

**VIABILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA AL  
SERVICIO DE REPARACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO A EQUIPOS  
HIDRONEUMÁTICOS**

**FREDDY DAIONAL SÁNCHEZ MARTÍNEZ  
GILBERTO ROBALLO ALVARADO  
HAROL ALEXANDER GARZÓN ARIAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D. C.**

**2018**

**VIABILIDAD PARA LA GENERACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA AL  
SERVICIO DE REPARACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO A EQUIPOS  
HIDRONEUMÁTICOS**

**FREDDY DAIONAL SÁNCHEZ MARTÍNEZ  
GILBERTO ROBALLO ALVARADO  
HAROL ALEXANDER GARZÓN ARIAS**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director**

**VÍCTOR MANUEL CARRILLO ÁLVAREZ  
INGENIERO MECÁNICO MSc DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**

**Codirector**

**INGENIERO JESÚS MANUEL GUTIÉRREZ BERNAL**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D. C.**

**2018**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Bogotá D. C., 29 de noviembre de 2018**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mis padres, hermanas, amigos y profesores; ya que sin su apoyo esto no hubiese sido posible.

Gilberto Roballo Alvarado.

A Dios, a mi familia, a mis amigos y a mis profesores por ser parte de este proceso de aprendizaje y formación.

Harol Alexander Garzón Arias.

Dedico este trabajo a toda mi familia, mi novia y hermana ya que fueron motivación para que todo este trabajo se realizara.

Freddy Daional Sánchez Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi Madre María Ana Celia Alvarado y a mi Padre Héctor Hernando Ríos en primer lugar por haberme apoyado durante todos estos años de formación, a mis hermanas, amigos, compañeros, a mi novia por apoyarme estos últimos semestres de formación y a nuestros profesores y futuros colegas por habernos guiado durante este camino complejo de la ingeniería, donde se vivieron muchas aventuras y retos desde el punto teórico y práctico de la carrera, a nuestro director de Proyecto el Ingeniero Víctor Manuel Carrillo, por aportar su conocimiento y ser nuestro guía durante el desarrollo de este proyecto; también a la Fundación Universitaria los Libertadores por abrirnos sus puertas y brindarnos algunas de las herramientas posibles para lograr nuestra formación como ingenieros, es larga la lista de personas a agradecer así que para no hacerla tan extensa agradezco a todos aquellos que aportaron su grano de arena para que esto fuese posible. Muchas gracias. (Gilberto Roballo Alvarado, 2018)

Agradezco a primeramente a Dios por la vida y la salud, a mis padres por apoyarme y brindarme la oportunidad de acceder a una educación superior, por estar presentes en todo momento siendo ese impulso y motivación para día a día mejorar en cada área de mi vida. Agradezco a mis amigos, compañeros y colegas de la universidad porque gracias a cada experiencia y momento que compartimos, se aprendió y hubo un crecimiento personal. Igualmente agradezco a cada docente que fue participe de esta etapa de mi vida, quienes brindaron su conocimiento y experiencia para ayudar a formarme como profesional. (Harol Alexander Garzón Arias, 2018)

A Dios por darme siempre las oportunidades y la fuerza para nunca desistir, a mi madre Sonia Martinez, mi padre Freddy Sanchez, quienes me formaron como persona y me enfocaron para salir adelante, a mi hermana que es mi motivación mi apoyo en cualquier circunstancia, mi abuela y demás familia que siempre estuvieron aportando su granito de arena, a los colegas que e aportaron técnicamente sus conocimientos durante el proceso de investigación. (Freddy Daional Sánchez Martínez, 2018)

## TABLA DE CONTENIDO

<b>GLOSARIO .....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>1 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>22</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>24</b>
2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	24
2.2 FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO.....	27
2.2.1 Análisis de modo y efecto de falla (FMEA). ....	27
2.2.2 Mantenimiento productivo total (TPM).....	28
2.2.3 Análisis de la causa raíz (RCFA). ....	30
2.2.4 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).....	32
2.2.5 Filosofía Kaizen. ....	32
2.2.6 Filosofía Lean.....	34
2.2.7 Filosofía Six Sigma. ....	38
2.2.8 Filosofía 5` s. ....	39
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	41
2.3.1 Mantenimiento correctivo.....	41
2.3.2 Mantenimiento preventivo. ....	41
2.3.3 Mantenimiento predictivo.....	42

2.3.4	Mantenimiento cero horas (overhaul).....	42
2.3.5	Mantenimiento en uso.....	42
2.3.6	Mantenimiento proactivo.....	43
3	ESTUDIO TECNICO.....	44
3.1	PARÁMETROS HIDRÁULICOS.....	44
3.1.1	Curva de rendimiento de la bomba. ....	44
3.2	FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO HIDROFLOW Y HI-PRESS .....	45
3.2.1	Diagrama típico de un sistema de bombeo hidroflow .....	46
3.2.2	Diagrama típico de un sistema de bombeo hi-press.....	47
3.3	MANTENIMIENTO PREDICTIVO EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE 48	
3.3.1	Mantenimiento predictivo a tablero de control. ....	48
3.3.2	Mantenimiento predictivo a motores eléctricos.....	49
3.3.3	Mantenimiento predictivo a tubería de succión y descarga. ....	50
3.3.4	Mantenimiento predictivo a tanque de almacenamiento de agua potable. 51	
3.3.5	Mantenimiento predictivo a tanques hidroacumuladores.....	51
3.4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE.....	51
3.4.1	Mantenimiento preventivo a sistema eléctrico y tablero de control.....	52
3.4.2	Mantenimiento preventivo a motores. ....	52
3.4.3	Mantenimiento preventivo a tubería en general.....	52
3.4.4	Mantenimiento predictivo a tanque de almacenamiento de agua potable. 53	
3.4.5	Mantenimiento preventivo a tanques hidroacumuladores. ....	53

<b>3.5</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA LLUVIA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Mantenimiento preventivo a sistema eléctrico y tablero de control.....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Mantenimiento preventivo a motores bombas sumergibles .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Mantenimiento preventivo a tubería general .....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Mantenimiento preventivo a pozo eyector .....</b>	<b>55</b>
<b>3.6</b>	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE.....</b>	<b>55</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Mantenimiento correctivo a sistema eléctrico y tablero de control .....</b>	<b>55</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Mantenimiento correctivo general a bombas centrifugas y eyectoras .....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Mantenimiento correctivo a tubería .....</b>	<b>59</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Mantenimiento correctivo a tanques de almacenamiento de agua potable y hidro flow .....</b>	<b>59</b>
<b>3.7</b>	<b>SERVICIOS OFRECIDOS.....</b>	<b>60</b>
<b>3.7.1</b>	<b>Lavado y Desinfección de Tanques de Agua Potable.....</b>	<b>60</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Mantenimiento de redes hidrosanitarias y cajas de aguas lluvias .....</b>	<b>60</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Mantenimiento a equipos de bombeo .....</b>	<b>61</b>
<b>3.7.4</b>	<b>Reparaciones hidráulicas.....</b>	<b>61</b>
<b>3.7.5</b>	<b>Impermeabilización de tanques de almacenamiento de agua potable .....</b>	<b>61</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN MACROECONÓMICA DE COLOMBIA.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISIS DEL SECTOR.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Análisis de la demanda. ....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Análisis de la oferta. ....</b>	<b>66</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Perfil del consumidor.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Investigación de mercado.....</b>	<b>68</b>



<b>4.3</b>	<b>ESTRATEGIAS COMERCIALES .....</b>	<b>71</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Estrategias de distribución.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Estrategias de precio.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Estrategia de Promoción.....</b>	<b>71</b>
<b>5</b>	<b>ASPECTO ORGANIZACIONAL.....</b>	<b>72</b>
<b>5.1</b>	<b>HIDRÁULICA INGECOL SAS.....</b>	<b>72</b>
<b>5.2</b>	<b>IDENTIDAD CORPORATIVA .....</b>	<b>72</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Logotipo.....</b>	<b>72</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Eslogan. ....</b>	<b>72</b>
<b>5.3</b>	<b>MISIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>5.4</b>	<b>VISIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>5.5</b>	<b>OBJETIVOS ORGANIZACIONALES.....</b>	<b>73</b>
<b>5.5.1</b>	<b>Objetivo general. ....</b>	<b>73</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Objetivos específicos. ....</b>	<b>73</b>
<b>5.6</b>	<b>VALORES .....</b>	<b>74</b>
<b>5.7</b>	<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....</b>	<b>74</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO .....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>ASPECTOS LEGALES.....</b>	<b>83</b>
<b>7.1</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA FORMA JURÍDICA .....</b>	<b>83</b>
<b>7.2</b>	<b>OBLIGACIONES TRIBUTARIAS.....</b>	<b>84</b>
<b>8</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>85</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Pérdida de disponibilidad debido a fallas crónicas vs falla esporádicas. (Sainz & Sebastián, 2013).....	<b>31</b>
<i>Figura 2.</i> Filosofía Kaizen vs. La Innovación. (D. R. Kiran, 2017a). ....	<b>33</b>
<i>Figura 3.</i> Relación entre varios conceptos de gestión lean. (D. R. Kiran, 2017b).....	<b>35</b>
<i>Figura 4.</i> Componentes de la Gestión Lean. (D. R. Kiran, 2017b). ....	<b>36</b>
<i>Figura 5.</i> Los pasos de implementación del método 5S. (Veres et al., 2018).....	<b>40</b>
<i>Figura 6.</i> Sistema de bombeo hidroflow ( <b>Ignacio Gomez IHM SAS</b> ).....	<b>46</b>
<i>Figura 7.</i> Sistema de bombeo hi-press ( <b>Barnes de Colombia</b> ) ....	<b>47</b>
<i>Figura 8.</i> Despiece bomba centrífuga. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018) .....	<b>56</b>
<i>Figura 9.</i> Eje bomba ( <i>Barnes de Colombia</i> ).....	<b>56</b>
<i>Figura 10.</i> Embobinado. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018) .....	<b>57</b>
<i>Figura 11.</i> Bornera ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>57</b>
<i>Figura 12.</i> Cambio de rodamientos de bola. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>58</b>
<i>Figura 13.</i> Cambio de sello mecánico. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>58</b>
<i>Figura 14.</i> Cambio de pintura bomba. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018) .....	<b>58</b>
<i>Figura 15.</i> Distribución del área culminada, según destinos I trimestre 2018. (DANE, 2018).....	<b>64</b>
<i>Figura 16.</i> Variación del área construida por localidad vigencia 2017 respecto vigencia 2016. (UAECD, 2017).....	<b>66</b>
<i>Figura 17.</i> Gráfica cantidad de pisos de propiedad horizontal. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>68</b>
<i>Figura 18.</i> Gráfica conocimiento estado de mantenimiento equipos hidroneumáticos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>69</b>
<i>Figura 19.</i> Gráfica pregunta le gustaría recibir reportes periódicos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>69</b>

<i>Figura 20.</i> Gráfica prioridad de mantenimiento equipos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>70</b>
<i>Figura 21.</i> Gráfica medio de comunicación para recibir notificaciones de mantenimiento. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>70</b>
<i>Figura 22.</i> Logotipo Hidraulica Ingecol. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018) .....	<b>72</b>
<i>Figura 23.</i> Organigrama Hidráulica Ingecol. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018).....	<b>75</b>

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Valor de la proyección de producción o venta de servicios durante los primeros 5 años. (Propiedad de los autores Ingecol S.A.S, 2018).....	<b>77</b>
<i>Tabla 2.</i> Gastos operativos, para calcular el balance general. (Propiedad de los autores Ingecol S.A.S, 2018) .....	<b>78</b>
<i>Tabla 3.</i> Depreciación acumulada de equipos y bienes de la compañía, tenidos en cuenta para el cálculo del balance general. ....	<b>78</b>
<i>Tabla 4.</i> Balance general de la compañía. ....	<b>79</b>
<i>Tabla 5.</i> Flujo efectivo de la compañía a través de los 5 primeros años, de la cuál obtenemos datos para realizar los indicadores financieros. ....	<b>80</b>
<i>Tabla 6.</i> Indicadores financieros (TIR y VPN). ....	<b>81</b>
<i>Tabla 7.</i> Flujo neto del proyecto año a año.....	<b>81</b>
<i>Tabla 8.</i> Periodo de tiempo para la recuperación de la inversión. ....	<b>81</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A.** Curva de rendimiento bombas.

**Anexo B.** Encuesta.

**Anexo C.** Leyes y resoluciones.

**Anexo D.** Formatos de mantenimiento.

## GLOSARIO

**Agua lluvia:** Es el agua proveniente del fenómeno atmosférico que consiste en la caída de agua en forma de gotas proveniente de las nubes.

**Bomba Hidráulica:** Es un máquina capaz de transformar la energía mecánica en energía hidráulica.

**Bornera:** Es un tipo de conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica mediante el uso de un tornillo.

**Calidad:** Es una medida de excelencia o un estado de estar libre de defectos, deficiencias y variaciones significativas.

**Ciclo de Vida:** Plazo de tiempo durante el cual un ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es sustituido o es objeto de restauración.

**Compresor:** Es una máquina usada para aumentar la presión de un gas al reducir su volumen.

**Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un periodo determinado.

**Control ambiental:** Son las medidas legales y técnicas que se aplican para disminuir o evitar la alteración del entorno o consecuencias ambientales producidas por las actividades del hombre o por desastres naturales, y para reducir o eliminar los posibles riesgos para la salud humana.

**Defecto:** Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.

**Desinfección:** La desinfección del agua significa la eliminación, desactivación o destrucción de microorganismos patógenos.

**Diagnóstico:** Es el resultado del análisis de una situación dada, que permiten tener un conocimiento y una descripción precisa de dicha situación, con el fin de solucionar los problemas identificados.

**Distorsión armónica:** Es la presencia de frecuencias en la salida de un dispositivo que no están presentes en la señal de entrada.

**Drenaje:** instalación de un lugar que sirve para sacar las aguas sucias.

**Energía:** Es la propiedad cuantitativa que debe transferirse a un objeto para realizar un trabajo en, o para calentar, el objeto.

**Falla:** Se dice que un producto/ servicio un proceso falla, cuando no lleva a cabo, de forma satisfactoria, la prestación que de él se espera (su función).

**Fluido:** Es una sustancia que tiende a fluir o se ajusta al contorno de su contenedor.

**Gasto:** Volumen de agua medido en una unidad de tiempo, que generalmente se expresa en litros por segundo.

**Hidráulica:** rama de la mecánica que centra su estudio en el movimiento y equilibrio de los fluidos.

**Interruptor:** Dispositivo con capacidad de desconectar un circuito con carga.

**Inventario:** Cantidad de cada producto existente en un momento dado, y lista ordenada en la que se detalla.



**Manómetro:** Instrumento para medir la presión de un fluido.

**Mantenimiento:** Conjunto de procedimientos y medidas que permiten alargar el funcionamiento de dispositivos, objetos y sistemas.

**Motor:** Maquina para la conversión de energía térmica en energía mecánica o potencia para producir la fuerza y movimiento.

**Neumática:** es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para hacer mover y funcionar mecanismos.

**Orden de trabajo:** Es el instrumento por el cual se indica a los sectores operativos de mantenimiento ejecutar una tarea. Es una instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de mantenimiento.

**Presión:** Se define como fuerza por unidad de área.

**Presostato:** Interruptor de presión que abre o cierra un circuito eléctrico, dependiendo de la presión de un fluido.

**Protocolo:** Documento o acta en el que se recoge un acuerdo o las conclusiones extraídas de un trabajo experimental.

**Transmisión:** Transferencia de fuerza entre maquinas o mecanismos, a menudo con cambios de par y velocidad.

**Tubería:** Es una línea de tubos con bombas, válvulas y dispositivos de control para el transporte de líquidos, gases o solidos finamente divididos.

**Válvula:** Es un dispositivo que abre y cierra para controlar el flujo de líquidos o gases.

**Vibración:** Es un movimiento rápido, ligero y agitado continuo.

## **RESUMEN**

En toda construcción comercial tal como edificios de apartamentos, edificios de oficinas, conjuntos residenciales, centros comerciales, hospitales, bibliotecas, colegios, universidades, es indispensable tener sistemas de bombeo para el abastecimiento de agua potable, para el manejo de las aguas residuales y para la red de protección contra incendio. La importancia de estos equipos es vital para el apropiado funcionamiento de las diferentes construcciones y el fallo de alguno de ellos puede ocasionar serios traumatismos; es por esto que se elabora el plan de negocio para una empresa que preste un adecuado servicio de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, que garantice la disponibilidad de dichos equipos dada la gran importancia que tienen estos.

## **ABSTRACT**

In all commercial construction such as apartment buildings, office buildings, residential complexes, shopping centers, hospitals, libraries, colleges, universities, it is essential to have pumping systems for water supply to general services, for water management residuals and for the fire protection network. The importance of these equipment is vital for the proper functioning of the different constructions, the failure of any of them can cause serious traumas; this is why the business plan is prepared for a company that provides an adequate maintenance service, both preventive and corrective, that guarantees the availability of such equipment given the great importance they have.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es definido como la acción técnica encargada de mantener o restaurar un equipo para garantizar su función ante una acción determinada, una eficaz gestión de mantenimiento ayuda a una empresa a reducir costos y el tiempo de producción perdido en reparación, pero en la mayoría de las empresas ven el mantenimiento como un departamento que va encaminado detrás de la productividad comprometiendo las metas financieras de la organización. Diseñar un proceso de gestión de mantenimiento eficiente con las nuevas técnicas de nivel mundial para planes de mantenimientos preventivos, se ha constituido en una de las principales herramientas para optimizar el mantenimiento de las organizaciones.

En el presente trabajo se realizará el análisis de un plan de negocio de una empresa dedicada al mantenimiento, operación y reparación a equipos hidroneumáticos en propiedad horizontal, y determinara la viabilidad de la creación de dicha empresa según el mercado actual.

## **1 JUSTIFICACIÓN**

Todo edificio de más de 4 pisos, ya sea de oficinas o residencial, así como centros comerciales, hiper mercados, hospitales, bibliotecas, colegios, universidades y en general cualquier construcción comercial, requiere sistemas de bombeo para los servicios generales de suministro de agua, manejo de aguas residuales y sistema de protección contra incendio. Normalmente a los sistemas de bombeo instalados en las construcciones, no se presta la atención que ameritan y su operación o mantenimiento está a cargo de la parte administrativa de la construcción, los cuales, se dan cuenta de la existencia del equipo cuando esta falla. En la actualidad el mantenimiento que se realiza a este tipo de equipos es del tipo correctivo y es elaborado generalmente por la compañía que los suministró, los cuales prestan este servicio de una manera precaria, ya que su objeto social es el de la comercialización y no el del mantenimiento. De esta forma las compañías fabricantes y de comercialización de equipos de bombeo ven el departamento de servicios o mantenimiento como un “mal necesario” y no una oportunidad de negocio. Comercialización: Se pretende dar a conocer la empresa y sus servicios a través de visitas comerciales, internet, directorio telefónico. Mantenimiento correctivo: Cuando el cliente requiere los servicios por el fallo de los equipos deben ser solicitados a través de una llamada telefónica. Mantenimiento preventivo: El cliente podrá solicitar servicio de mantenimiento preventivo para sus equipos o si la administración del edificio ha firmado un contrato de mantenimiento preventivo anual, se prestaran visitas periódicas con el objeto de garantizar la disponibilidad. Es por esto que se hace necesario generar un programa de mantenimiento para evitar que se corte el suministro de agua a las unidades habitacionales y de esta manera, ofrecer a los residentes y usuarios de las edificaciones agua en todo momento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio de viabilidad para la generación de una empresa dedicada a la reparación, operación y mantenimiento a equipos hidroneumáticos en propiedad horizontal.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio de mercado para identificar demanda y oferta potencial.
- Hacer un plan de mantenimiento que será aplicado al portafolio de servicios ofrecido.
- Analizar por medio de un estudio financiero la viabilidad del proyecto a través de la TIR y el VPN.

### **3 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Desde el principio de la raza humana el hombre ha fabricado herramientas que ha ido mejorando día tras día, esto lo realiza con el fin de conseguir mejoras en los esfuerzos físicos y psíquicos que realiza al momento de desarrollar una actividad o trabajo. En el transcurso de tiempo de la Primera Revolución Industrial, el hombre consideraba, que para realizar la fabricación de un producto terminado cualquiera, era necesario invertir el 90% del trabajo en mano de obra y 10% restante era proporcionado por las maquinaria empleada. A medida del paso del tiempo se fueron mejorando las máquinas para hacerlas más precisas llegando a obtener una mayor rentabilidad en la actualidad los papeles se invirtieron y ahora para elaborar un producto las maquinas son las encargadas de hacer el 90% del trabajo, y el 10% restante es realizado por la mano de obra del hombre, todo esto ha sido posible a las labores de desarrollo y mantenimiento que ha ingeniado el hombre facilitando y cuidando sus capacidades físicas.

En el paso del tiempo muchas personas han considerado que el mantenimiento es necesario para mantener y preservar en buen estado las maquinarias empleadas para obtener un buen producto. Este es el motivo por el cual en las industrias se continúa a la zaga. Y en nuestros colegios y escuelas se tienen espacios académicos técnicos y en las universidades aún se sigue investigando, creando, diseñando e innovando modos de admitir que el mantenimiento es una pieza fundamental de la física, y de la mecánica en general.

En 1950 cuando inicio el desarrollo de la (Tercera Revolución Industrial) la máquina fue creada bajo el hecho de ser un medio para obtener un fin, llámese fin al resultado del producto más servicio, y que con ayuda de las maquinas hemos logrado que sea satisfactorio, mejorando y agilizando los procesos de estos.

Teniendo presente lo anterior, podemos observar que el mantenimiento tiene dos facetas muy importantes en su desarrollo, que pueden ser descritas como: la faceta de preservar la maquinaria



y la faceta de mantener la calidad del producto terminado. Ahora podemos contar un poco de historia.

### **Simplificación de la línea del tiempo**

- 1.780 Desarrollo e Implementación Mantenimiento Correctivo (CM).
- 1.798 Se implementa el uso de las piezas intercambiables para las máquinas.
- 1.903 Desarrollo e implementación de la Producción Masiva Industrial (PMI).
- 1.910 Se realiza la creación de equipos para el Mantenimiento Correctivo.
- 1.914 Desarrollo e implementación del Mantenimiento Preventivo (MP).
- 1.916 Comienzo e implementación de Proceso Administrativo.
- 1.927 Utilización de la rama estadística en los procesos de producción.
- 1.931 Implementación del Control Económico de la Calidad del producto Manufacturado.
- 1.937 Conocimiento del Principio de Wilfried Pareto.
- 1.939 Control e implementación de los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística.
- 1.946 Actualización y mejora del Control Estadístico de Calidad (SQC).
- 1.950 Implementación del Control Estadístico de Calidad en Japón.
- 1.950 Desarrollo del Mantenimiento Productivo (PM) por parte de los Estados Unidos.
- 1.951 Implementación del “Análisis de Weibull”.
- 1.960 Creación y desarrollo del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- 1.961 Inicio del Poka-Yoke.
- 1.962 Desarrollo de los Círculos de Calidad (QC)
- 1.965 Desarrollo del análisis- Causa- Raíz (RCA)
- 1.968 Presentación de la Guía MSG-1 conocida en el mercado como el RCM mejorado.
- 1.970 Implementación y Difusión del uso de la computadora para la administración de Activos.

- Implementación del sistema informatizado de gestión de mantenimiento o computerized maintenance management System (CMMS).
- 1.971 Creación y desarrollo del Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- 1.978 Presentación de la Guía MSG-3 con el fin de mejorar el mantenimiento en naves aéreas.
- 1.980 Desarrollo y optimización del Mantenimiento Planificado (PMO).
- 1.980 Aplicación del RCM-2 en toda tipo de industrias.
- 1.995 Desarrollo de los 5 Pillars of the Visual Workplace (5S's).
- 2.005 Estudio de la filosofía de Conservación Industrial (IC).

En la línea de tiempo podemos observar muchos acontecimientos y descubrimiento que han aportado grandes ideas y procesos, con los cuáles podemos crear un concepto más aproximado a lo que realmente significa el mantenimiento.

En esta línea del tiempo es importante destacar todas aquellas corrientes filosóficas y procesos que el hombre ha venido creando desde hace cientos de años, que han hecho posible cambios relevantes en los trabajos actuales de mantenimiento. Tales corrientes han llevado al hombre a pensar no solo en el mantenimiento correctivo, sino que también lo ha conducido a desarrollar métodos que ayuden a descubrir y pronosticar las distintas fallas en las maquinas inclusive antes de que ocurran. Tales corrientes son descritas a continuación como:

- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).
- Mantenimiento Correctivo (CM).
- Control Estadístico de Calidad (SQC).
- 5 Pillars of the Visual Workplace (Las cinco Eses) (5S's).
- Mantenimiento Preventivo (MP).
- Mantenimiento Productivo (PM).
- Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (CMMS).
- Conservación Industrial (IC). (Anonimo, 2012).

## **3.2 FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO**

Las filosofías de mantenimiento son todas aquellas metodologías que llevan a cabo unos lineamientos o políticas a seguir para poder llevar a cabo un adecuado mantenimiento desde el punto de vista de cada una de ellas tales como el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), mantenimiento productivo total (TPM); análisis de modo y efecto de falla (FMEA), análisis de la causa raíz (RCFA) entre otras, así mismo es importante mencionar otras corrientes filosóficas centradas en la calidad del mantenimiento entre estas corrientes es importante mencionar la Filosofía Kaizen, Filosofía Lean, Filosofía Six Sigma y La Filosofía 5`S.

### **3.2.1 Análisis de modo y efecto de falla (FMEA).**

El modo de falla y el análisis de efectos (FMEA) es una de las mejores herramientas de administración para analizar los modos de falla potenciales dentro de un sistema en condiciones de incertidumbre. Su principio es bastante básico, y se ha practicado desde los días anteriores como método de prueba y error. Pero dado que aprender de cada falla es costoso y requiere mucho tiempo, la forma moderna de FMEA se desarrolló durante la década de 1940, como se explica en la siguiente sección. Enfatiza la probabilidad de ocurrencia de esa falla y la severidad de su efecto en el sistema de toda incertidumbre. Se utiliza para identificar modos de falla potenciales, determinar su efecto en la operación del producto e identificar acciones para mitigar las fallas. Analiza los posibles problemas de confiabilidad al inicio del ciclo de desarrollo, donde es más fácil tomar acciones para superar estos problemas, mejorando así la confiabilidad a través del diseño. El FMEA debe realizarse siempre que las fallas signifiquen un daño potencial o una lesión para el usuario del elemento final que se está diseñando. Según Besterfield et al., La FMEA es una acción "antes del evento" que requiere un esfuerzo de equipo para aliviar de manera fácil y económica los cambios en el diseño y la producción. Se usa ampliamente en las industrias manufactureras en varias fases del ciclo de vida del producto y ahora también se está aplicando en la industria de servicios.(Caers & Zhao, 2013).

### 3.2.2 Mantenimiento productivo total (TPM).

#### El significado de TPM

*T* representa la participación *total de los* empleados, lo que indica el trabajo en equipo con un trabajo bien coordinado entre los trabajadores de producción y mantenimiento. Este término "Total" también significa la efectividad total del equipo.

*P* representa *Productivo*, que indica la producción de bienes y servicios que satisfacen las expectativas de los clientes al mantener la confiabilidad de los productos, lo que solo sería posible si la confiabilidad de las máquinas respectivas se mantiene en un nivel alto.

*M* representa el *mantenimiento*, manteniendo el equipo y la planta en buenas condiciones de funcionamiento en todo momento.

#### Definiciones de TPM

- El TPM es un enfoque proactivo que esencialmente tiene como objetivo identificar los problemas lo antes posible y planificar para prevenir cualquier problema antes de que ocurra. Un lema es "cero errores, cero accidentes relacionados con el trabajo y cero pérdidas".
- Seiichi Nakajima, el creador japonés del concepto TPM, lo definió como un proceso para mejorar continuamente todas las condiciones operativas dentro de un sistema de producción, estimulando la conciencia diaria.
- Business Dictionary define TPM como una metodología diseñada para garantizar que cada máquina en un proceso de producción siempre realice su tarea requerida y su tasa de salida nunca se interrumpa.

- QCFI proporciona una definición explicativa de TPM como una filosofía de fabricación que persigue la eficiencia de producción hasta sus límites finales de eficiencia integral al,
- Armar un práctico sistema de planta para evitar pérdidas antes de que ocurran durante todo el ciclo de vida del sistema de producción,
- Involucrando todas las funciones como producción, desarrollo, ventas y administración,
- Contar con la participación de los altos ejecutivos y los trabajadores de primera línea,
- Lograr pérdidas cero a través de pequeños grupos superpuestos.

***Hay varias otras definiciones de TPM y la mayoría de ellas implican lo siguiente:***

1. TPM tiene como objetivo maximizar la eficacia del equipo.
2. TPM establece un completo sistema de mantenimiento preventivo para toda la vida útil de los equipos.
3. TPM es implementado por varios departamentos, como operaciones de línea, mantenimiento, ingeniería, etc.
4. TPM involucra a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores del taller.
5. TPM se basa en la promoción del mantenimiento preventivo a través de la motivación. (D. Kiran, 2017).

### **3.2.3 Análisis de la causa raíz (RCFA).**

El análisis de la causa raíz es un método que permite resolver problemas para cualquier tipo de falla, identificando las razones que la desencadenan. El RCFA se basa en un proceso lógico que consiste en el análisis de eventos en una falla determinada y que consigue descubrir las causas raíz.

Además, el RCFA tiene la ventaja de poder establecer un patrón de errores en la máquina en su conjunto, reduciendo sustancialmente los períodos de no disponibilidad y no funcionalidad. Los pasos que desarrolla la metodología RCFA encuentran la causa raíz de las fallas. Estos pasos son la respuesta rápida a una condición no estándar que preserva las evidencias más válidas posibles con una verificación confiable de sus causas fundamentales e implementa un RCFA adicional después de un tiempo razonable. Al realizar este análisis, se llega rápidamente a la conclusión de que hay causas raíz que terminan en dos tipos de fallas diferenciadas:

Fallas esporádicas, que corresponden a una desviación del estándar en una operación normal, y que tan pronto como se elimina la razón raíz que desencadenó la falla, todo vuelve a la normalidad.

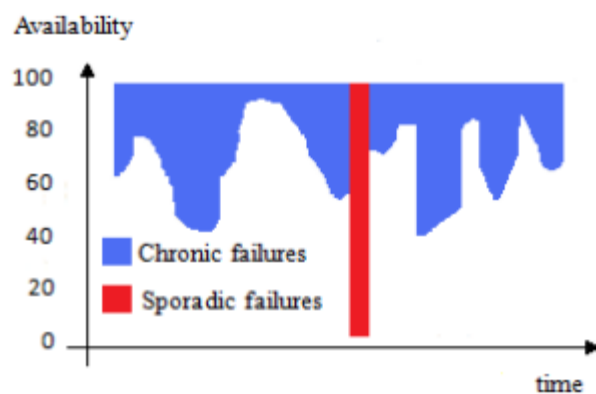
Casi siempre después de haber eliminado una falla esporádica, el sistema se convierte en una situación de funcionalidad normal. Con el análisis, se concluye que los eventos suelen ser raros y casi nunca están relacionados con otros eventos del mismo tipo.

Las fallas crónicas, que son eventos muy frecuentes, y cuando se eliminan o se controlan las causas fundamentales, la funcionalidad restaurada alcanza su nivel máximo y el nivel de trabajo esperado aumenta. Estas fallas son difíciles de controlar o erradicar, y esto solo se logra mediante la aplicación de análisis de fallas, y a menudo se aceptan como una parte normal de los costos de producción. Cuando estas fallas se agregan a lo largo de un período de tiempo y se combinan con otras fallas crónicas que pueden existir, se observa un gran impacto en la producción de la máquina. Al encontrar las causas de estas fallas y controlarlas, resulta en un

aumento de la productividad, mayores tasas de disponibilidad, menores pérdidas de producción y una productividad y competitividad maximizadas del sistema productivo.

La Figura 1 muestra gráficamente las pérdidas de disponibilidad causadas por fallas crónicas vs fallas esporádicas en una máquina de carrete, entendida como la propiedad de un sistema para realizar las funciones provistas para ello, manteniendo su capacidad para trabajar bajo los regímenes y condiciones de operación prescritas y durante el intervalo de tiempo requerido.

La limitación del acceso a la máquina está representada por la alta temperatura a la que trabaja la máquina y el tiempo de enfriamiento necesario para operarla.



*Figura 1.* Pérdida de disponibilidad debido a fallas crónicas vs falla esporádicas. (Sainz & Sebastián, 2013).

En la figura se observa cómo las fallas crónicas restan constantemente la disponibilidad principalmente debido a la diferencia entre la capacidad de trabajo promedio actual y la capacidad diseñada teóricamente y las numerosas interrupciones breves (micro paradas) que tiene la máquina en su funcionamiento normal. En su lugar, una falla esporádica representada como la causa raíz que era una bobina del sensor de velocidad que, rota, aunque en el momento de la falla produce una parada completa, podría resolverse rápidamente reemplazando el sensor y el estado regresa a la función normal. (Sainz & Sebastián, 2013).

### **3.2.4 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).**

**Según SKF Reliability Systems RCM es:**

"Un enfoque que emplea prácticas y estrategias de mantenimiento reactivo, preventivo y proactivo de manera integrada para aumentar la probabilidad de que una máquina o componente funcione de la manera requerida durante su ciclo de vida de diseño con un mantenimiento mínimo".

El RCM, que comenzó en la industria aeronáutica, y luego en las industrias militar, nuclear y de petróleo y gas, proporciona un marco que utiliza la experiencia operativa de una manera más sistémica. El objetivo de RCM es preservar la función más importante del equipo (sistema) con la confiabilidad y disponibilidad requeridas al menor costo de mantenimiento. La mayoría de los autores, incluidos Selvik y Aven, coinciden en que, además de reducir los costos de mantenimiento, RCM también aumenta la seguridad y la confiabilidad. Sin embargo, Rausand sugiere que RCM no puede mejorar la confiabilidad de un sistema, sino solo garantizar que se realice la confiabilidad inherente. Fue más lejos al argumentar que la confiabilidad solo puede mejorarse a través del rediseño o modificación.(Igba, Alemzadeh, Anyanwu-Ebo, Gibbons, & Friis, 2013).

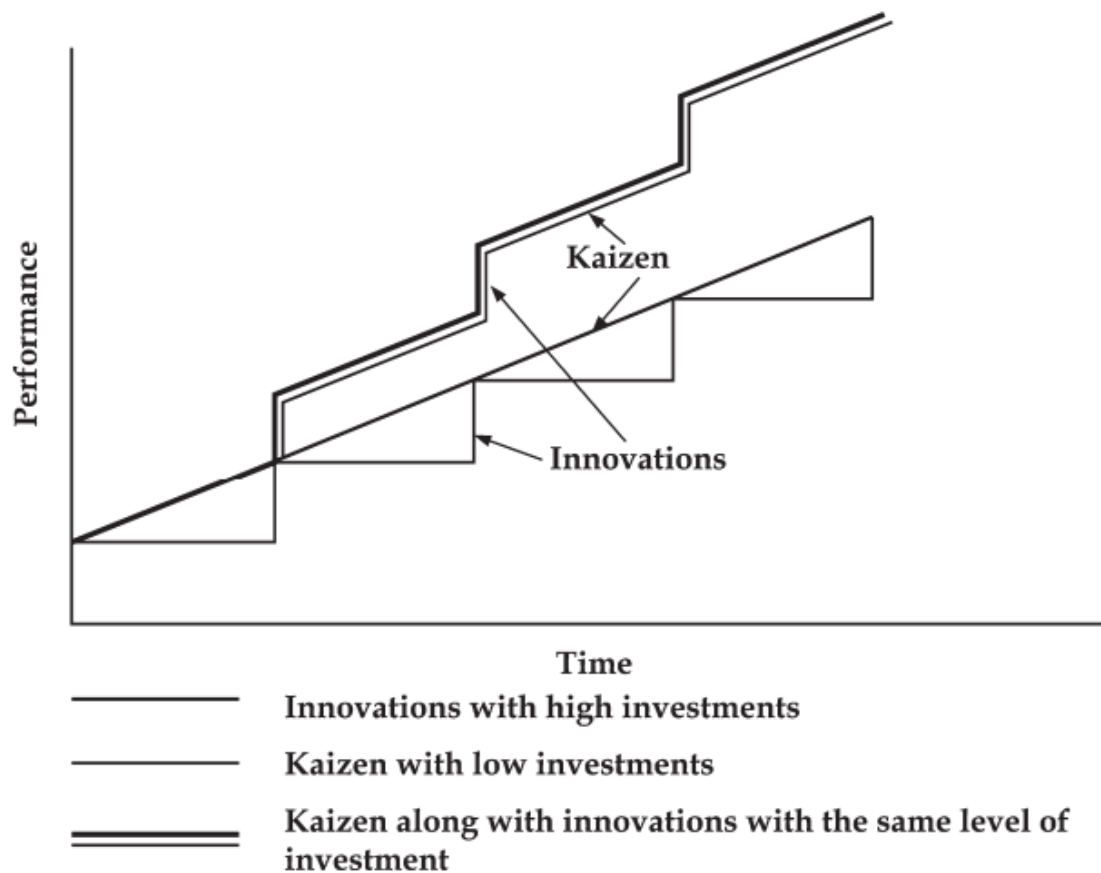
### **3.2.5 Filosofía Kaizen.**

En japonés, Kai significa cambio y el zen significa bueno. Así que Kaizen significa Cambio para el bien.

La filosofía Kaizen hace énfasis en la mejora continua en comparación con la innovación, que es una mejora de una sola vez. La figura 2. A continuación indica cómo la filosofía Kaizen logra altos niveles de rendimiento sin costos marginales, a diferencia de las innovaciones que



requieren grandes inversiones. Su filosofía implica que todo lo que hacemos puede ser mejorado continuamente, ya sea en el lugar de trabajo o en el hogar. (D. R. Kiran, 2017a)



*Figura 2. Filosofía Kaizen vs. La Innovación. (D. R. Kiran, 2017a).*

### **Significado de Kaizen en la mejora continúa**

- ❖ Kaizen es similar a los estudios de mejora de métodos realizados por ingenieros industriales.
- ❖ Es una herramienta de mejora continua y no un enfoque único.
- ❖ Su lema es "Hacer 100 cosas un 1% mejor, que hacer una cosa 100% mejor".
- ❖ No implica una inversión sustancial.
- ❖ Apunta a la excelencia a nivel de taller.
- ❖ Involucra a todos en la fábrica.

- ❖ Implica la identificación de desechos involucrados en los procesos de producción y operaciones. (D. R. Kiran, 2017a).

### 3.2.6 Filosofía Lean.

Lean manufacturing es una práctica de producción que considera que los recursos disponibles deben gastarse solo para crear el valor requerido para un producto para el cliente final, y cualquier gasto excesivo de estos recursos es un desperdicio y, por lo tanto, debe reducirse. El término Lean Management se originó de la palabra "leaning"; que se refiere a la reducción de las grasas del cuerpo en el proceso de reducción de peso y al hacer que el cuerpo sea atractivo y ágil.

Este concepto se desarrolló en la década de 1990 principalmente a partir del sistema de producción de Toyota, por lo que también se denomina Toyotismo o simplemente Lean, y se aplicó con éxito tanto en Japón como en el mundo occidental. De hecho, basado en el trabajo de Taiichi Ohno, John Krafcik en su artículo de 1988, "El triunfo del sistema de producción Lean", se acuñó este prefijo "Lean".

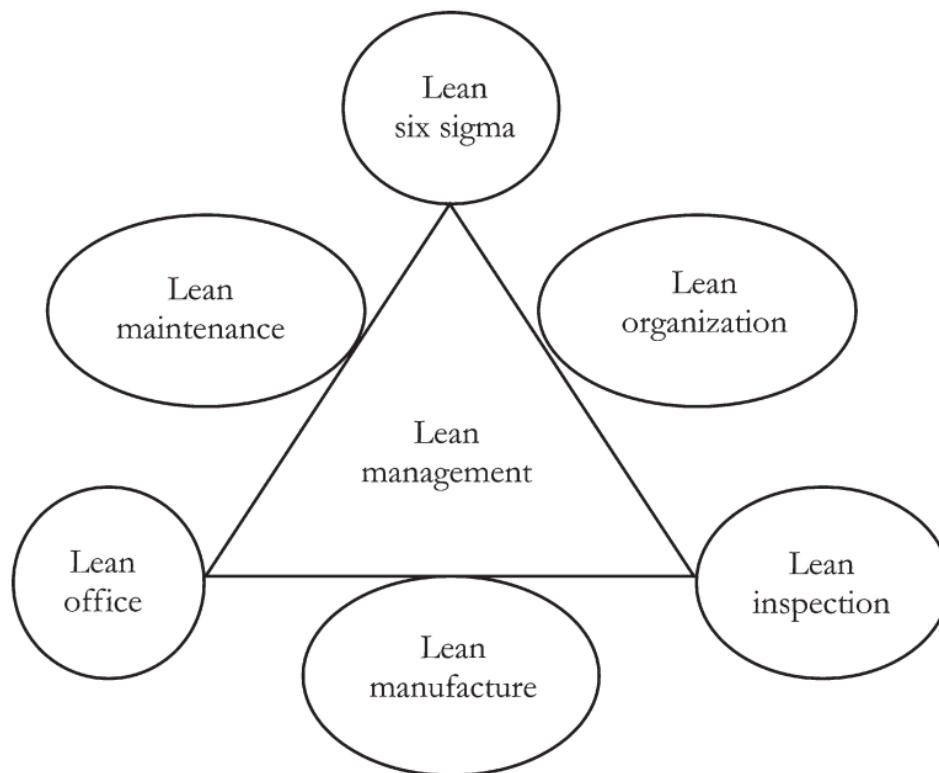
Originalmente aplicado a su situación de fabricación, el prefijo "lean" ahora se aplica a varias funciones, como mantenimiento lean, control de calidad lean, inspección lean, etc., todas las cuales se refieren al concepto único de reducir las actividades innecesarias en esa función.

Posteriormente, se ha agregado un nuevo término Lean management para abarcar la leanness en todas las funciones de gestión, incluidas las mencionadas anteriormente. Los principios de producción ajustada ahora se denominan administración lean o pensamiento lean.

- ✓ **Mantenimiento Lean:** se refiere a las prácticas de mantenimiento proactivo que emplean actividades de mantenimiento planificadas y programadas a través de varias tendencias modernas y óptimas en la gestión del mantenimiento.
- ✓ **Organización Lean:** una organización Lean entiende el valor del cliente y enfoca sus procesos clave para aumentarla continuamente. El objetivo final es proporcionar un valor

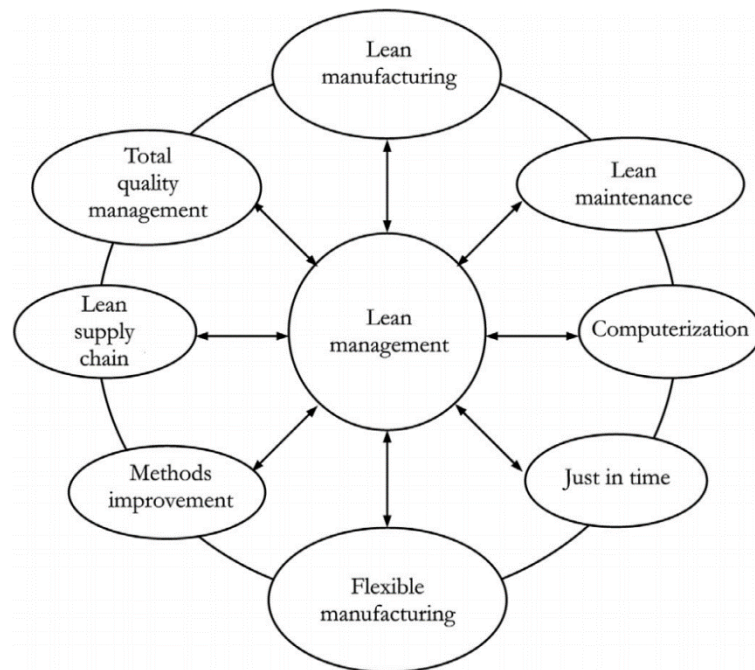
perfecto para el cliente a través de un proceso de creación de un valor perfecto que tenga cero desperdicios.

- ✓ **Lean six sigma:** varias organizaciones han integrado six sigma con el concepto de Lean Manufacturing y denominaron la metodología Lean Six Sigma.
- ✓ **Inspección Lean a través de la asociación con el proveedor:** la inspección entrante es una actividad que no agrega valor. Una asociación de proveedores debidamente planificada y ejecutada se aleja de la inspección tradicional de muestras a un sistema donde el proveedor asume la responsabilidad de inspeccionar sus instalaciones. Aquí los materiales se mueven directamente del proveedor a la sección de ensamblaje final del comprador.
- ✓ **Concepto Lean en la gestión de oficinas:** este concepto de lean también se aplica a la administración de oficinas, como se ilustra en la Figura 3. (D. R. Kiran, 2017b).



*Figura 3.* Relación entre varios conceptos de gestión lean. (D. R. Kiran, 2017b).

En otras palabras, se puede decir que la gestión lean es un proceso de pensamiento en coordinación efectiva de todos los activos funcionales, en la cual los productos que se deben entregar son fabricados en la cantidad correcta, con la calidad adecuada y en el momento adecuado con la menor cantidad de recursos. Es decir, no siempre tiene que ver con hacer siempre más, eso puede generar desperdicios, pero las cosas que se han vendido deben producirse ya que se deben entregar. En la figura 4. Podemos apreciar los componentes de la filosofía lean. (D. R. Kiran, 2017b).



*Figura 4. Componentes de la Gestión Lean. (D. R. Kiran, 2017b).*

## **Definiciones de gestión de lean**

- ✓ Lean manufacturing o Lean production, o simplemente "Lean", es un método sistemático para la eliminación de desechos ("Muda") dentro de un sistema de manufactura. Lean también tiene en cuenta los residuos creados a través de sobrecargas ("Muri") y los residuos creados a través de la desigualdad en las cargas de trabajo ("Mura"). Trabajando

desde la perspectiva del cliente que consume un producto o servicio, el "valor" es cualquier acción o proceso que un cliente estaría dispuesto a pagar.

(Wikipedia). (D. R. Kiran, 2017b).

- ✓ Lean Management es un enfoque para dirigir una organización que apoya el concepto de continuo; un enfoque de trabajo a largo plazo que sistemáticamente busca lograr pequeños cambios incrementales en los procesos para mejorar la eficiencia y la calidad. (Whatis.com). (D. R. Kiran, 2017b).
- ✓ La producción ajustada es una metodología de línea de ensamblaje desarrollada originalmente para Toyota y la fabricación de automóviles. También se conoce como el sistema de producción de Toyota o producción justo a tiempo. Los principios de producción ajustada también se conocen como gestión ágil o pensamiento magro. <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com>, (D. R. Kiran, 2017b).
- ✓ La eliminación de residuos a lo largo de flujos de valor completos, en lugar de en puntos aislados, crea procesos que requieren menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para producir productos y servicios a costos mucho menores y con muchos menos defectos, en comparación con los sistemas comerciales tradicionales. Para lograr esto, el pensamiento ágil cambia el enfoque de la administración al optimizar tecnologías, activos y departamentos verticales separados para optimizar el flujo de productos y servicios a través de flujos de valor completos que fluyen horizontalmente a través de tecnologías, activos y departamentos hacia los clientes. Instituto Lean Enterprise. (D. R. Kiran, 2017b).
- ✓ Lean System es un enfoque sistemático para la identificación y eliminación de residuos y actividades sin valor agregado a través del desarrollo de los empleados y la mejora continua en todos los productos y servicios. <http://www.leansystemsinc.com>. (D. R. Kiran, 2017b).

- ✓ Lean Manufacturing (también conocido como el Sistema de Producción de Toyota) es, en su forma más básica, la eliminación sistemática de desperdicios: sobreproducción, espera, transporte, inventario, movimiento, sobre procesamiento, unidades defectuosas, desconexión de conocimiento y la implementación de Conceptos de flujo continuo y tirón del cliente. Lean se trata de hacer más con menos: menos tiempo, inventario, espacio, personas y dinero, a la vez que les da a los clientes lo que quieren.  
<http://www.epplans.com>. (D. R. Kiran, 2017b).
- ✓ Lean Enterprise se define como una organización que crea valor para el cliente a través de un proceso que minimiza sistemáticamente todas las formas de desperdicio. Las formas de desperdicio incluyen: capital desperdiciado (inventario), desperdicio de material (chatarra), tiempo desperdiciado (tiempo de ciclo), esfuerzo humano desperdiciado (ineficiencia, reproceso), energía desperdiciada (ineficiencia energética) y recursos ambientales desperdiciados (contaminación).  
<https://www.moresteam.com>. (D. R. Kiran, 2017b).

### **3.2.7 Filosofía Six Sigma.**

El término Six Sigma tiene varias definiciones dependiendo de la persona y la organización.

La definición y el uso más completos de Six Sigma es una filosofía de administración total con un enfoque basado en el cliente para realizar negocios. Six Sigma también es una metodología de resolución de problemas, que utiliza los pasos DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) que se aplica a cualquier industria o proceso.

Finalmente, Six Sigma es una medida estadística de variación que representa un alto nivel de calidad para una característica específica de "crítico para la calidad" equivalente a 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). Un proceso que produce un nivel de calidad Six Sigma es el Santo Grial para la comunidad de fabricantes. (Tarvin, 2016).

## Otras definiciones de Six Sigma

Six sigma se puede definir como:

1. Una medida estadística del rendimiento de un proceso o un producto que establece un estado medible del rendimiento, como defectos por millón de oportunidades (ppmo).
2. Un objetivo que alcanza casi la perfección para mejorar el rendimiento y reduce la variación para lograr una pequeña desviación estándar, de modo que casi todos los productos y servicios cumplen o superan las expectativas del cliente.
3. Un sistema de gestión para lograr un liderazgo empresarial duradero y un rendimiento de clase mundial, con una filosofía de gestión centrada en la eliminación de errores, retrabajo, chatarra y otros desechos.
4. Six sigma es una estrategia de gestión empresarial que busca mejorar la calidad de los resultados del proceso identificando y eliminando las causas de los defectos (errores) y minimizando la variabilidad en los procesos de fabricación y de negocios. –Wikipedia.
5. Six sigma es una metodología rigurosa y disciplinada que utiliza datos y análisis estadístico para medir y mejorar el desempeño operativo de una empresa al identificar y eliminar los "defectos" en los procesos de fabricación y relacionados con el servicio. – ISix Sigma Orgn.
6. Six sigma es un método basado en datos para lograr una calidad casi perfecta. Six Sigma Analysis puede enfocarse en cualquier elemento de producción o servicio, y tiene un fuerte énfasis en el análisis estadístico en diseño, fabricación y actividades orientadas al cliente. –Departamento de Comercio e Industria de UK. (D. R. Kiran, 2017c).

### 3.2.8 Filosofía 5`s.

5S es un método y filosofía japonés para organizar el espacio de trabajo de manera limpia, eficiente y segura, con el fin de lograr un entorno de trabajo productivo. El 5S es un punto de partida para cualquier compañía que quiera ser reconocida como un productor responsable, digno de un estatus de clase mundial.

El método 5S incluye cinco fases, que provienen de 5 palabras japonesas que comienzan por la letra S (ver Figura 5): (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018).



Figura 5. Los pasos de implementación del método 5S. (Veres et al., 2018).

- ✓ **Seiri (Ordenar):** eliminar lo que no es necesario y limpiar el lugar de trabajo.
- ✓ **Seiton (Establecer en orden):** preparar los elementos necesarios de forma ordenada y sistemática para que puedan tomarse y devolverse fácilmente en el lugar original después de su uso.
- ✓ **Seiso (Shine):** Limpiar regularmente el equipo y el lugar de trabajo, identificando irregularidades. El polvo, la suciedad y los desechos son la fuente de desorden, indisciplina, ineficiencia, producción defectuosa y accidentes de trabajo
- ✓ **Seiketsu (Estandarizar):** documentar y estandarizar el método, usando procedimientos estándar. Las normas deben ser muy comunicativas, claras y fáciles de entender.



- ✓ **Shitsuke Sostener:** Mantener continuamente los procedimientos establecidos, auditar los métodos de trabajo, hacer del hábito 5S, integrarse en la cultura.

Una práctica de calidad simple pero potente, la filosofía 5S ayuda a identificar y eliminar el desperdicio en un lugar de trabajo. También ayuda a establecer y mantener un entorno productivo y de calidad en una organización. Obliga a las empresas a mirar los problemas que a menudo se pasan por alto. (Veres et al., 2018).

### **3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

En la actualidad y desde hace muchos años se han venido incluyendo en el mercado algunas terminologías para así poder identificar la etapa de un mantenimiento aplicado en una máquina a nivel corporativo e industrial, estas etapas se definen según el momento o lapso de tiempo en el cual se realiza a la máquina y son denominadas tipos de mantenimiento, los cuales son:

#### **3.3.1 Mantenimiento correctivo.**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos. (Roa, 2011).

#### **3.3.2 Mantenimiento preventivo.**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (Roa, 2011).

### **3.3.3 Mantenimiento predictivo.**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. (Roa, 2011).

### **3.3.4 Mantenimiento cero horas (overhaul).**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. (Roa, 2011).

### **3.3.5 Mantenimiento en uso.**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios de este. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total). (Roa, 2011).

### **3.3.6 Mantenimiento proactivo.**

El mantenimiento proactivo no es una actividad que reacciona a condiciones de falla de tipo de material y / o rendimiento de un sistema. Más bien, evita que ocurra tal degradación del sistema. En realidad, el mantenimiento proactivo es un primer golpe preventivo contra el fracaso, una verdadera actividad para evitar fallos. Como se mencionó anteriormente, el mantenimiento preventivo se enfoca en el monitoreo del tipo de degradación del rendimiento para obtener síntomas operativos. El mantenimiento predictivo se basa en técnicas de monitoreo del tipo de degradación del material para obtener síntomas de falla latentes en etapa temprana. Por otro lado, el mantenimiento proactivo supervisa el estado del sistema de la máquina (la condición operativa de las diversas causas de falla) para detectar y corregir condiciones anormales o anormales que podrían eventualmente producir degradación de material y rendimiento. Tenga en cuenta que el mantenimiento proactivo no reacciona ante una condición de falla; detecta y corrige las anomalías o síntomas de la causa raíz antes de que ocurra el fallo. (Fitch, 1992).

## **4 ESTUDIO TECNICO**

### **4.1 PARÁMETROS HIDRÁULICOS**

Son todos aquellos datos que tienen relación con las propiedades físicas y mecánicas de un fluido. Entre ellos podemos destacar algunos como: el caudal, la presión, la velocidad, la viscosidad del fluido (líquido empleado) y la temperatura; los cuáles nos permiten establecer y llegar a predecir el comportamiento de un fluido en determinadas circunstancias.

Entre los parámetros hidráulicos también es importante destacar el nivel, que hace referencia a la altura del líquido al momento de estar contenido en un reservorio.

#### **4.1.1 Curva de rendimiento de la bomba.**

Es una gráfica que no muestra el comportamiento hidráulico de una bomba y representando la relación entre los valores de caudal proporcionado por la misma bomba en conjunto con otros parámetros, tales como: la eficiencia, la altura de succión, la potencia requerida, la carga dinámica, los cuales van variando de acuerdo al diseño y tamaño de construcción de la bomba.

Estas gráficas son obtenidas experimentalmente a una velocidad de rotación determinada por el fabricante de la bomba (ver Anexo A). Podemos observar un ejemplo de la gráfica de una curva de rendimiento de una bomba centrífuga IHM de 5, 6, 7.5 y 10 caballos de fuerza.

## **4.2        FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO HIDROFLOW Y HI-PRESS**

En los diagramas podemos observar todos los componentes que contiene un sistema general de bombeo tipo hidro flow y Hi-press, su principal funcionamiento es succionar de un tanque de almacenamiento de agua por medio de la tubería de succión y bombas centrifugas el agua almacenada para transportarla con presión a cada una de los puntos de abastecimiento de dicho líquido. Este sistema contiene unos tanques hidro flow de diferente capacidad según lo requiera el diseño (100, 200, 300 Y 500 Litros), y para los sistemas hi-press (100, 200, 300, 500, 750, 1200 Litros) , este componente es muy esencial y común en los sistemas de bombeo de agua potable, ya que son los que hidro acumulan el agua a presión y evitan que los ciclos de encendido y apagado de cada motor disminuyan, la función específica de este componente es prolongarlos para aumentar la durabilidad y vida útil de los componentes en general. Por otra parte consta de todo el sistema electico de control y potencia de los motores, en estas conexiones están incluidos la señal de los flotadores eléctricos que controlan el nivel mínimo del agua en el tanque, señal de los presostatos de presión que controlan el ciclo o rango de operación en presión del sistema, en la parte de tubería y accesorios contienen válvulas de cortina que permiten dar o no paso del fluido, cheques hidro y en Y que permiten el paso del fluido en un solo sentido, las juntas anti vibratorias que disminuyen las vibraciones y permiten un mejor acople en la tubería, en la tubería de succión podemos identificar reducciones excéntricas que evitan la generación de bolsas de aire dentro de la tubería, las válvulas de pie que evitan que se retorne el agua del sistema de succión al tanque de almacenamiento.

#### 4.2.1 Diagrama típico de un sistema de bombeo hidrowflow

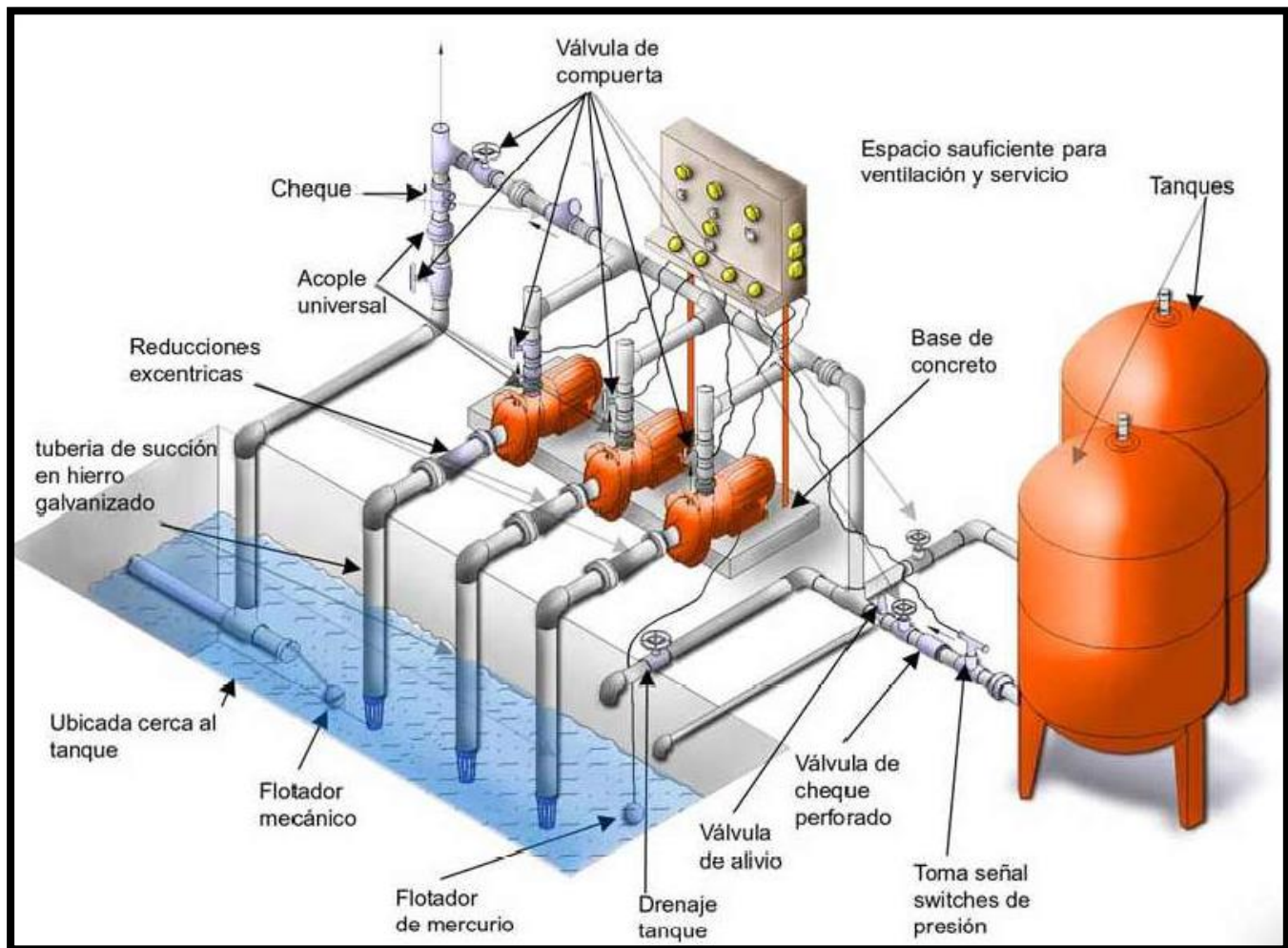


Figura 6. Sistema de bombeo hidrowflow (Ignacio Gomez IHM SAS)

#### 4.2.2 Diagrama típico de un sistema de bombeo hi-press

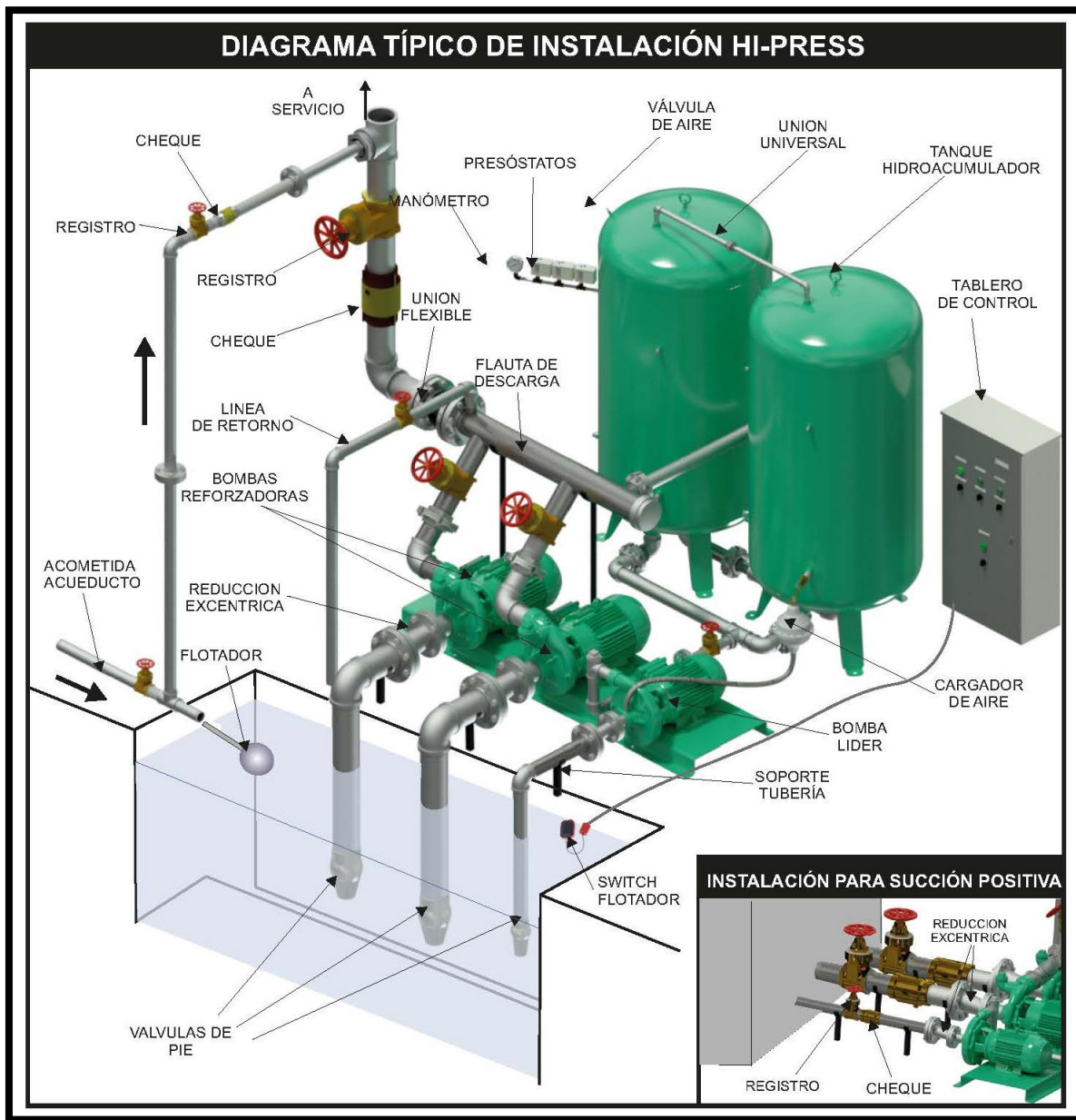


Figura 7. Sistema de bombeo hi-press (Barnes de Colombia)

### **4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE**

#### **4.3.1 Mantenimiento predictivo a tablero de control.**

##### ***Inspección del sistema eléctrico de control y mando***

En la visita de inspección mensual se verifica el estado general del gabinete del control de las motobombas, se realiza inspección visual de la pintura, anclaje y acabados. Esta actividad incluye las siguientes operaciones:

- ✓ Realizar el estado de los pilotos de luz de encendido y apagado de cada una de las bombas.
- ✓ Verificar con la palma de la mano los costados del tablero de control, selector de tres posiciones y cables, cualquier identificación de temperatura puede referirse a una mala conexión y hay que corregirlo de inmediato.
- ✓ Verificar si existe algún tipo de olor ha quemado o sobrecalentado.

##### ***Análisis termográfico del tablero de control***

Este análisis consta de realizar una radiografía del espectro infrarrojo en el tablero de control; así, se identificará con distintos colores las partes de mayor temperatura, también se podrán identificar las conexiones sueltas y conectores dañados, este análisis se realizará en las siguientes zonas:

- ✓ Alimentación principal trifásica del tablero de control.
- ✓ Alimentación y salida de todos los guarda motores existentes.
- ✓ Alimentación y salida de los contactores.
- ✓ Pilotos de luz y selectores de tres posiciones.
- ✓ Fusibles y breakers de protección.



#### **4.3.2 Mantenimiento predictivo a motores eléctricos.**

##### ***Inspección y medición de parámetros eléctricos***

Durante las visitas de inspección se realiza la medición en cada una de las motobombas, esto nos permite detectar cualquier anomalía en su funcionamiento, los problemas más convencionales son los siguientes:

- ✓ Voltaje diferente al diseño de la motobomba.
- ✓ Desbalance de corriente, voltaje y potencia.
- ✓ Distorsión armónica en los motores.
- ✓ Un factor de potencia bajo.

##### ***Inspección y medición de vibraciones en las motobombas***

Este tipo de anomalías afecta considerablemente el funcionamiento de estos equipos, aumenta los esfuerzos y las tensiones. Produce pérdidas de energía. Desgaste y fatiga de la tubería de succión y descarga, exceso de ruido durante su ciclo de encendido. Los parámetros de medición se deben realizar cada año con un medidor de vibraciones mecánico portátil, las mediciones más convencionales son:

- ✓ Desplazamiento.
- ✓ Velocidad y aceleración.
- ✓ Dirección.

Un exceso de vibración puede indicar:

- ✓ Tornillos de anclaje de los motores sueltos, roscas desgastadas y tornillos corroídos.
- ✓ Tapas de los motores flojas.
- ✓ Motor desnivelado.

- ✓ Esfuerzos en la conexión de la succión y descarga de la bomba.
- ✓ Eje e impulsor desnivelado.

En muchos de los casos la experiencia del técnico identificará rápidamente estas anomalías de funcionamiento en las motobombas y no será necesario utilizar el medidor de vibraciones.

### ***Inspección y medición de aislamiento de los motores***

La medición anual del aislamiento de los motores permite detectar el envejecimiento y la degradación prematura de las características de aislamiento antes de que alcancen un nivel de reducción de la resistividad eléctrica de los aislantes que a su vez da lugar a un aumento de las corrientes de fuga que pueden provocar que los motores entren en corto circuito generando así gastos para las copropiedades y cortes de agua en casos de equipos de una sola motobomba.

### ***Inspección y análisis termográfico en los motores***

Se realiza dicha inspección con una cámara termográfica con termómetro infrarrojo en la carcasa década motor y en la zona de los rodamientos, las temperaturas elevadas nos permiten identificar que los rodamientos no se encuentran lubricados y que generan una fricción y sobre carga en el motor.

### **4.3.3 Mantenimiento predictivo a tubería de succión y descarga.**

Durante las visitas de inspección se verifica el estado de los accesorios y tubería en general del sistema de bombeo, esto nos permite detectar cualquier estado de corrosión y fugas que pueden deteriorar y corroer de manera acelerada todo el sistema, las áreas más expuestas a este tipo de falla y deterioro más convencionales son los siguientes:

- ✓ Fugas mínimas en las juntas roscadas de la tubería y accesorios.
- ✓ Condensación de agua dentro del cuarto de bombeo.

- ✓ Tubería de succión en estado de corrosión por estar en contacto permanente con el agua.
- ✓ Sonidos anormales en accesorios, (válvulas, cheques).
- ✓ Empaquetaduras de uniones bridadas y juntas anti vibratorias en estado de cristalización.
- ✓ Tornillería de ajuste en bridas, uniones ranuradas, soporte de tubería.

#### **4.3.4 Mantenimiento predictivo a tanque de almacenamiento de agua potable.**

Durante la operación de lavado y desinfección se verifica el estado y recubrimiento del impermeabilizante existente, grietas y filtraciones que se encuentren en el concreto, se debe informar inmediatamente a las administraciones de los conjuntos para que tomen medidas preventivas o en su defecto correctivas.

#### **4.3.5 Mantenimiento predictivo a tanques hidroacumuladores.**

- ✓ Inspeccionar si existe algún tipo de corrosión o fisuras en tanques hidro acumuladores en sistemas hi-press.
- ✓ Inspeccionar en equipos hidrowflow si el sistema realiza el ciclo más de 10 veces en un minuto.
- ✓ Verificar fugas en válvula de admisión (sistema hidro Flow).

### **4.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE**

El mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo de agua potable en edificaciones es de tipo programado, en estas actividades se previenen las ocurrencias de fallas en cuanto a presión, cortes de agua y funcionamiento, las principales actividades que se desarrollan durante el mantenimiento son:

#### **4.4.1 Mantenimiento preventivo a sistema eléctrico y tablero de control.**

- ✓ Sopleteo de tablero de control y aplicación de limpia contactos en las conexiones eléctricas.
- ✓ Ajuste general de tornillería en tableros de control.
- ✓ Calibración de presostatos de presión ya sea sistema en cascada o alternación automática.
- ✓ Sopleteo de tablero de control y aplicación de limpia contactos en las conexiones eléctricas.
- ✓ Medición de tensiones y corrientes de cada motor en tablero de control y mando.

#### **4.4.2 Mantenimiento preventivo a motores.**

- ✓ Limpieza general del sistema de bombeo.
- ✓ Verificación de ventiladores de cada motor, que no se encuentre suelto o fisuradas la venta violas.
- ✓ Ajuste general y anclaje de motores a base de sistema general.
- ✓ Ajuste de tornillería y borneras.
- ✓ Verificación de fugas en sellos mecánicos y empaquetaduras en la carcasa del motor.

#### **4.4.3 Mantenimiento preventivo a tubería en general.**

- ✓ Se identifican fugas en tubería de succión y descarga.
- ✓ Verificación de válvulas reguladoras en tubería de descarga, (presión constante en la salida) en los sistemas que aplique.
- ✓ Verificación de funcionamiento de manómetros de presión de descarga y línea en general.
- ✓ Se verifica funcionamiento de válvulas de cortina, cheques hidro y flotadores mecánicos, juntas anti vibratorias.

#### **4.4.4 Mantenimiento predictivo a tanque de almacenamiento de agua potable.**

- ✓ Realizar lavado y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua potable semestralmente según lo indica la resolución 2190 de 1991 de la secretaria de salud capítulo II. Para este tipo de actividad se realizarán avisos con cuatro días de anticipación indicando a los residentes que se realizará esta acción, con el fin de que se abastezcan de dicho líquido por el periodo del corte de agua, se entregará a las administraciones el formato para el control de lavado y desinfección expedido en la secretaria de salud el cual indicará la fecha en la que se realizó la actividad y el desinfectante utilizado con su ficha técnica. Esta resolución nos indica como debe permanecer el estado de los tanques en cuanto a su acceso, impermeabilización y protegidos ante filtraciones de agua externas al tanque.

#### **4.4.5 Mantenimiento preventivo a tanques hidroacumuladores.**

- ✓ Calibración de tanques hidro acumuladores 2 Psi por debajo de la presión de arranque del ciclo en caso de ser hidro Flow.
- ✓ En caso de tanques descompensados, se retira el tubo venturi y pre cargador de agua, se realiza limpieza general y puesta en marcha, en caso de que el sistema sea hi press.

### **4.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA LLUVIA**

El mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo de agua lluvia en edificaciones es de tipo programado, en estas actividades se previenen las ocurrencias de fallas en cuanto a la obstrucción de la tubería de descarga y succión de la bomba sumergible a causa de los sólidos en suspensión y sedimentos, genera inundaciones en parqueaderos y zonas comunes, produce la acumulación de moscos y sancudos, fallas en los flotadores eléctricos, y fallas generales en la bomba. Las principales actividades que se desarrollan durante el mantenimiento son:

#### **4.5.1 Mantenimiento preventivo a sistema eléctrico y tablero de control.**

- ✓ Medición de tensiones y corrientes de cada motor en tablero de control y mando.
- ✓ Verificar el funcionamiento de los flotadores eléctricos del sistema de arranque y parada del motor y la sirena de emergencia en caso de que aplique.
- ✓ Sopletear de tablero de control y aplicación de limpia contactos en las conexiones eléctricas.
- ✓ Verificar funcionamiento de muletillas de tres posiciones y pilotos de luz.
- ✓ Verificar el estado de los cables y encauchetado desde la salida de la motobomba hasta la alimentación en tablero eléctrico.

#### **4.5.2 Mantenimiento preventivo a motores bombas sumergibles**

- ✓ Verificar que se encuentre la succión de la motobomba libre de cualquier elemento que pueda atascar el impulsor.
- ✓ Verificar si hay fugas de aceite dieléctrico.
- ✓ Verificar que se encuentre bien soportada a la base de concreto para que no genere fuerzas y tensiones en la tubería de descarga.
- ✓ Verificar que el motor gire en sentido correcto, en caso de que no lo este se requiere cambiar la polaridad.
- ✓ Inspeccionar el estado de los tapones de la carcasa del motor.

#### **4.5.3 Mantenimiento preventivo a tubería general**

- ✓ Identificar fugas en tubería de succión y descarga.
- ✓ Verificar el funcionamiento de válvulas de cortina y cheques hidro.
- ✓ Verificar estado de universales (si no tienen sugerir instalación para mejorar el retiro e instalación de la bomba en el momento que se requiera).
- ✓ Limpieza general de la tubería de descarga.

#### **4.5.4 Mantenimiento preventivo a pozo eyector**

- ✓ Retirar los sólidos en suspensión y sedimentos que se encuentren en los pozos de inspección y pozos principales de evacuación de aguas lluvias (cada año).
- ✓ Realizar limpieza general para evitar pozo miento de sancudos e insectos.

#### **4.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO GENERAL EQUIPO DE BOMBEO AGUA POTABLE**

El mantenimiento correctivo en los equipos de bombeo de agua potable en edificaciones es de tipo no programado, en este tipo de mantenimiento se ejecutan actividades para dar solución inmediata a las fallas que se presenten inesperadamente durante su funcionamiento cotidiano, como, por ejemplo:

##### **4.6.1 Mantenimiento correctivo a sistema eléctrico y tablero de control**

- ✓ Cambio de contactores con bobinas quemadas a causa de la vida útil del equipo.
- ✓ Cambio de guarda motores por cumplimiento de la vida útil del elemento presenta sensibilidad excesiva a sobre amperaje mínimo.
- ✓ Pilotos de luz fundido a causa de cumplimiento de vida útil.
- ✓ Reemplazo de cables en mal estado y sulfatados, presentan falta de continuidad en las conexiones.
- ✓ Reemplazo de fusibles quemados por sobre amperaje en el circuito.
- ✓ Reprogramación de logos (en caso de que aplique), por des configuración de sistema de alternación automática.
- ✓ Cambio de muletillas de tres posiciones por fallas en contactos.

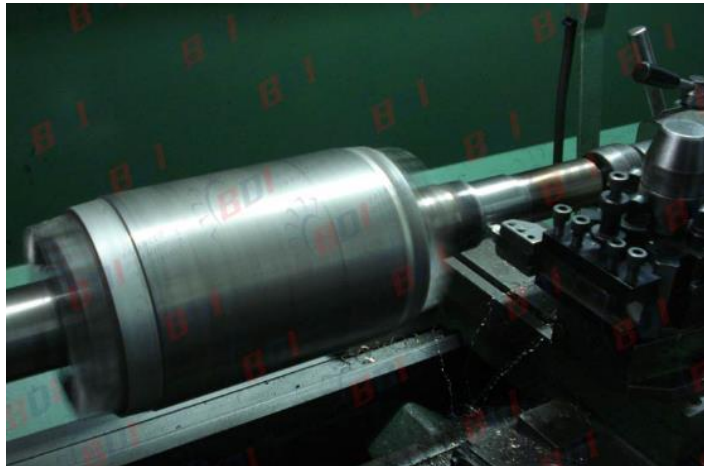
#### 4.6.2 Mantenimiento correctivo general a bombas centrífugas y eyectoras

- ✓ Despiece general de bomba centrífuga.



*Figura 8.* Despiece bomba centrífuga. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

- ✓ Limpieza general interna y externa.
- ✓ Balanceo y rectificación de eje.



*Figura 9.* Eje bomba (Barnes de Colombia)



- ✓ Verificación de embobinado y bornera del motor eléctrico.



*Figura 10.* Embobinado. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)



*Figura 11.* Bornera ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

- ✓ Cambio de rodamientos de bolas radiales tipo zz preferiblemente en marcas reconocidas como SKF, FAG entre otras, las referencias más convencionales para este tipo de motores son las siguientes: 6208, 6206, 6209, 6204, 6205, entre otras.



*Figura 12.* Cambio de rodamientos de bola. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

- ✓ Cambio o mecanizado de buje de material en bronce.
- ✓ Cambio de tornillería en estado de corrosión.
- ✓ Cambio de empaquetaduras en general.
- ✓ Cambio de sello mecánico tipo 21



*Figura 13.* Cambio de sello mecánico. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

- ✓ Pintura en general



*Figura 14.* Cambio de pintura bomba. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

#### **4.6.3 Mantenimiento correctivo a tubería**

- ✓ Cambio de tubería general por fatiga y fugas en material PVC, galvanizado en descarga y succión en los equipos de bombeo, diámetros más convencionales (1", 1 1/2", 2", 3", 4").
- ✓ Cambio de racores y tubería de cobre de 1/4" en equipos sistema hidro flow que se encuentren fugando.
- ✓ Cambio de accesorios de control de flujo por vida útil y fallas en su funcionamiento (válvulas de pie, válvulas de cortina, válvulas de bola, cheques hidro, juntas anti vibratorias, presostatos de presión, manómetros de presión) entre otras.

#### **4.6.4 Mantenimiento correctivo a tanques de almacenamiento de agua potable y hidro flow**

- ✓ Realizar el procedimiento de impermeabilización en los tanques de almacenamiento de agua potable, utilizando el sistema convencional cementicio o el sistema con membrana pvc.
- ✓ Realizar el cambio de la membrana para el caso de los tanques hidro flow o en su defecto cambio total del tanque, ya que cuando la membrana falla el tanque empieza a corroerse internamente.
- ✓ Realizar el cambio del pre cargador de aire y manguera para el caso del sistema hi-press.
- ✓ Realizar el cambio del tanque completo para sistema hi- press si presenta fugas y fisuras a causa de la corrosión.

## **4.7 SERVICIOS OFRECIDOS**

### **4.7.1 Lavado y Desinfección de Tanques de Agua Potable.**

Los servicios de provisión de agua garantizan la potabilidad de dicho elemento. La limpieza y desinfección de los tanques de agua de todo tipo de dependencias constituye un eslabón fundamental en la cadena de la seguridad sanitaria. Es prioritaria, además, a la hora de garantizar un adecuado Control Ambiental. Esto se debe a trabajos de limpieza y desinfección en forma semestral dando cumplimiento a los protocolos y recomendaciones de la (Resolución 2190 de 1991), se utilizará hipoclorito de sodio 5000 ppm a una concentración del 5%, produciendo una limpieza profunda eliminando perfectamente los sedimentos, musgos, algas, óxido y demás que afectan, y así lograr la higiene y aptitud sanitaria de los tanques, la limpieza desinfección y enjuague de las caras internas de los tanques se realizaran desde el interior. Para evitar el derroche de agua, se utilizarán las dos terceras partes de la capacidad total de los tanques para su respectiva labor de cepillado, produciendo una limpieza profunda, los residuos y el agua contaminada serán evacuados por medio de una motobomba sumergible.

Finalizando la operación se calibran flotadores eléctricos, mecánicos y se abren las válvulas de alimentación del acueducto para llenar el tanque y dar por terminada la desinfección.

### **4.7.2 Mantenimiento de redes hidrosanitarias y cajas de aguas lluvias**

Las tuberías de evacuación de aguas negras, lluvias y de drenaje de los edificios se asemejan al sistema circulatorio del cuerpo humano, es decir, también sufren de arteriosclerosis debido al paso de grasas, almidones y otras sustancias propias del sistema. Como tal es una enfermedad silenciosa que ataca sorpresivamente, a veces en los momentos en que es más difícil solucionar el problema (fines de semana, noches, eventos especiales, etc.). Por esta razón se impone el mantenimiento preventivo como única herramienta que minimiza las obstrucciones y taponamientos debido a la acumulación de sedimentos, cabellos, jabón, suciedad o cuerpos extraños (como juguetes pequeños) que se descargan por el inodoro.

#### **4.7.3 Mantenimiento a equipos de bombeo**

Se efectuarán las visitas de emergencias requeridas además una (1) visita técnica mensual. Estas visitas incluirán un reporte de verificación en los controles eléctricos, condiciones de corriente, cerciorándose así que tanto la tensión como la corriente sea la adecuada a las especificaciones de los motores y arrancadores de los sistemas, ajuste de conexiones eléctricas, evitar que la suciedad y/o polvo se acumulen en los contactos y de no permitir que la humedad tenga acceso a los aparatos. Revisión general de la instalación para detectar cualquier escape que se presente en la red. (Tanque-Motor-Tanque), revisar que tuercas, tornillos, y conexiones eléctricas estén firmemente aseguradas. Así mismo, durante las visitas técnicas ordinarias verificar las precargas de los tanques hidro flow, hi press y estabilizar las mismas según el caso, tanto la tensión del mando en la alimentación como en la distribución, será igualmente verificada, lo mismo con la intensidad de corriente, fugas de aguas y ajustes tanto hidráulicos, mecánicos y eléctricos serán corregidos, según el caso y grado de valoración; cada situación de trámite normal o de emergencia será reportada en las órdenes de trabajo registradas con un consecutivo.

#### **4.7.4 Reparaciones hidráulicas**

Reparación de tuberías galvanizadas, PVC, acero al carbón y acero inoxidable en estado de corrosión las cuales componen toda la red de distribución de agua potable, dicha tubería tiende a corroerse y fisurarse con el tiempo generando así cortes de agua y derroche de la misma.

#### **4.7.5 Impermeabilización de tanques de almacenamiento de agua potable**

Ofrecemos tres opciones de impermeabilización para tanques de agua potable, presentamos diferentes alternativas de solución de acuerdo con las necesidades específicas de nuestros clientes y las características puntuales de la estructura a intervenir dando garantía por el trabajo y los productos utilizados y certificados y aprobados para el contacto del agua potable.

## **5 ESTUDIO DE MERCADO**

Para la realización del estudio de mercado se aplica una encuesta (ver anexo B) a 100 personas que viven en propiedad horizontal o son administradores de conjuntos residenciales de diferentes zonas de Bogotá y su periferia. Los resultados obtenidos se usan para el análisis de la oferta y para identificar potenciales clientes, además para generar estrategias comerciales. Se utilizan datos estadísticos del DANE para hacer el análisis de la demanda, según las cifras del censo de edificaciones del año 2016.

### **5.1 DESCRIPCIÓN MACROECONÓMICA DE COLOMBIA**

Colombia es uno de los países latinoamericanos que mayor crecimiento ha tenido en los últimos años en los temas de infraestructura, cada vez se construyen más edificios aumentando la demanda de la propiedad vertical para vivienda. Y cada vez es más necesario que las empresas que ofrecen servicios de mantenimiento de vivienda se adapten para incluir en sus productos y servicios a infraestructuras de gran tamaño, incluyendo así el mantenimiento de las fachadas, el mantenimiento de los tanques de agua potable de los edificios, el mantenimiento de la red de fuente hídrica del edificio, fuentes de alimentación eléctrica entre otros.

Es por ello que nuestro proyecto se centrará en las actividades económicas descritas en CIIU en los códigos siguientes:

- **3312 Mantenimiento y reparación especializada de maquinaria y equipo:** Mantenimiento y reparación de equipo hidráulico o conexo de propulsión de fluidos; reparación y mantenimiento de válvulas, compresores y grifos.

- **3314 Mantenimiento y reparación especializado de equipo eléctrico:** mantenimiento y reparación especializado, realizado a cambio de una retribución o por contrata, de transformadores eléctricos de energía, equipos de distribución, transmisión y control de energía; motores y generadores eléctricos (incluso para motores); interruptores, aparatos y paneles de control de encendido; cableados etc.
- **332 3320 Instalación especializada de maquinaria y equipo industrial:** La instalación especializada, realizada a cambio de una retribución o por contrata de equipos de potencia hidráulica y neumática, bombas para máquinas de tipo industrial.
- **711 7110 Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica:** la prestación de servicios de ingeniería, en el diseño de ingeniería (es decir, la aplicación de las leyes de la física y de los principios de ingeniería al diseño de máquinas, materiales, instrumentos, estructuras, procesos y sistemas) y actividades, relacionados con los proyectos de ingeniería hidráulica y proyectos de ordenación hídrica relacionados con la construcción.

## 5.2 ANÁLISIS DEL SECTOR

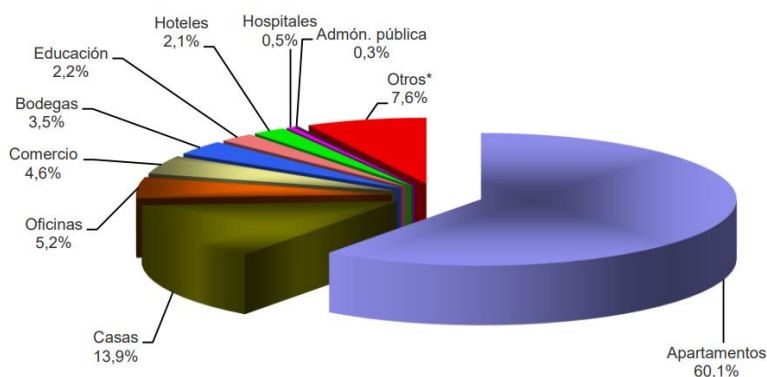
En la actualidad más del 60% de las viviendas del país en las ciudades principales están construidas en propiedad horizontal, según cifras del DANE la construcción de edificios se ha vuelto un auge, debido a la preferencia de los ciudadanos del país por estos al momento de adquirir vivienda

La industria de equipo de bombeo hidráulico en Colombia, está dominada por varias compañías que fabrican y/o comercializan equipos manufacturados de manera tradicional, con diseños que no han cambiado de manera significativa en los últimos años. Varias de estas

compañías competidoras, son representaciones de marcas extranjeras. La dependencia de la importación de equipos significa un problema para el usuario, cuando se requiere un servicio o garantía.

Por otro lado, el DANE, trimestralmente suministra un boletín técnico el cual permite identificar el estado actual en el que se encuentran las edificaciones en el país, este dato es de vital importancia debido a que podemos proyectar un estimado de nuevos nichos de mercado.

Para el primer trimestre del 2018, En el área culminada los destinos residenciales fueron los de mayor representación, sumando en conjunto un 74,0% (apartamentos 60,1% y casas 13,9%). El restante 26,0% de área culminada corresponde a obras no destinadas a la vivienda, como lo podemos observar a continuación:



*Figura 15.* Distribución del área culminada, según destinos I trimestre 2018. (DANE, 2018)

Como podemos observar en la gráfica anterior, el sector de los apartamentos tiene una mayor representación dentro del censo, indicando un 60.1%, lo cual es muy positivo debido a que nuestro nicho de mercado está segmentado principalmente a este sector.

Como valor agregado en el momento ofrecemos el lavado y desinfección del tanque de agua potable cada 6 meses sin ningún costo, servicio las 24 horas del día, limpieza y mejoramiento de infraestructura cada año, instalación de un filtro en Y para evitar taponamiento de los tanques



tipo hydroflow o similar, mano de obra sin costo en cualquier tipo de reparación siempre y cuando se tenga un contrato de mantenimiento mensual.

### **5.2.1 Análisis de la demanda.**

Empresas del sector de la construcción, constructoras, administradoras de edificios, propietarios de oficinas, que estén interesados en el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de bombeo hidroneumáticos; que les interese el lavado y desinfección de tanques de almacenamiento de agua potable, debido a que en algún momento van a requerir este tipo de servicios para poder contar con el servicio de agua potable, en sus hogares u oficinas de trabajo.

En la actualidad las construcciones de propiedad horizontal y edificaciones han incrementado en los últimos años, esto genera una mayor demanda de instalación de sistemas hidroneumáticos ya que se requieren para el suministro del agua potable para los puntos más altos donde la presión y el caudal del acueducto no alcanza a abastecer dichos puntos de suministro, por otro lado si consideramos que todas las edificaciones, obras civiles e instalaciones en general, deben tener unas condiciones mínimas de seguridad, higiene, bienestar y comodidad, donde la vigilancia y el mantenimiento son temas importantes en construcciones públicas o privadas, sería necesario adoptar medidas preventivas para la evacuación y mitigación en casos de incendio, es por eso que estos sistemas deben mantenerse en buenas condiciones de operación.

Una de las principales ciudades en las que se segmenta la idea de negocio es Bogotá, una de las ciudades con mayor índice de crecimiento poblacional y por ende de aumento infraestructural, muestra de ellos por ejemplo es el aumento del área construida en la ciudad para el año 2017, el cual ascendió a 6.831.951 metros cuadrados según el análisis inmobiliario emitido por la alcaldía mayor de Bogotá para los años 2016-2017 (UAECD, 2016),

En el siguiente cuadro, podemos observar las zonas en las que más aumentó el área construida en la ciudad de Bogotá; Suba es una de las localidades con más índice poblacional y de

infraestructura, ésta registra un aumento del 3.32%, seguida de la candelaria la cual registra un 3.25% de incremento respecto al año 2016.

#### **Variación del área construida por localidad vigencia 2017 respecto a vigencia 2016**

Localidad	% área construida nueva
Suba	3,32%
La Candelaria	3,25%
Usme	3,05%
Bosa	2,88%
Sumapaz	2,85%
Ciudad Bolívar	2,75%
Fontibón	1,98%
Puente Aranda	1,50%
Usaquén	1,35%
Kennedy	1,31%
San Cristóbal	1,30%
Engativá	1,05%
Antonio Nariño	0,98%
Los Mártires	0,91%
Teusaquillo	0,90%
Rafael Uribe Uribe	0,84%
Barrios Unidos	0,59%
Tunjuelito	0,53%
Chapinero	-0,05%

*Figura 16.* Variación del área construida por localidad vigencia 2017 respecto vigencia 2016. (UAECD, 2017)

Esto permitirá que la compañía pueda segmentar la población y poder enfocar la prestación de sus servicios en las localidades donde más construcciones de edificaciones se encuentren.

#### **5.2.2 Análisis de la oferta.**

En el país de Colombia existen algunas empresas que ofrecen servicios similares a los de nuestra compañía como es el caso de:

- ✓ **IDROQ** Empresa ubicada en Cartagena, la cual ofrece los servicios de instalación y mantenimiento preventivo y correctivo, de sistema de presión y bombeo, piscinas, sistemas contraincendios; diseño y construcción de piscinas y jacuzzis; Asesoría integral y capacitación para tratamientos del agua.

[www.idroq.com](http://www.idroq.com)

- ✓ **PLOMEROS OSORIO** Empresa ubicada en Bogotá, la cual presta los servicios de mantenimiento e instalación de los sistemas hidroneumáticos, adicionalmente prestan los servicios de plomería general, impermeabilizaciones, lavado y desinfección de tanques de agua potable, destape de cañerías, instalación y mantenimiento de hidrófilo y motobombas.

[www.destapesyplomeria.com](http://www.destapesyplomeria.com)

- ✓ **BOMBAS ACUABOMBAS** Empresa ubicada en Bogotá dedicada a la prestación de servicios de mantenimiento preventivo a equipos de bombeo y plomería en general.

[www.bombasacuabombas.com/servicios](http://www.bombasacuabombas.com/servicios)

- ✓ **COMERCIALIZADORA AGROINDUSTRIAL GOMEZ & CIA LTDA** Empresa ubicada en Bogotá que cuenta con ingenieros y técnicos altamente calificados y de trayectoria en el manejo de productos para el manejo de agua que garantiza el soporte técnico en la selección, montaje y mantenimiento de equipos de presión de agua potable.

[www.comercialgomez.co/](http://www.comercialgomez.co/)

### 5.2.3 Perfil del consumidor.

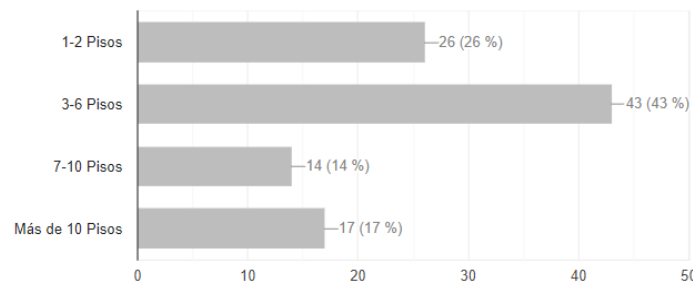
Nuestros clientes son todos aquellos interesados en adquirir el montaje, mantenimiento y reparación de sistemas de bombeo de agua potable para sus edificaciones y/o propiedades horizontales que apliquen a esta necesidad, por esta razón los productos y servicios de nuestra

compañía van dirigidos al sector de la construcción y la propiedad horizontal puesto que son los sectores que más solicitan de este tipo de instalaciones y servicios.

#### 5.2.4 Investigación de mercado.

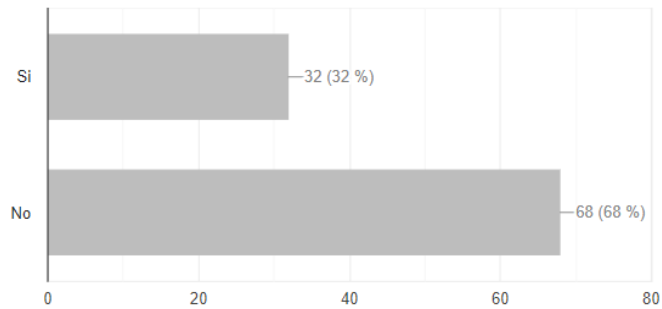
Los resultados de la encuesta aplicada fueron los siguientes.

Para la pregunta ¿cuántas plantas o pisos posee el lugar de residencia?, los resultados se muestran en la figura, en donde se puede deducir que la mayoría de propiedades horizontales que pueden ser potenciales clientes tienen entre 3 y 6 pisos.



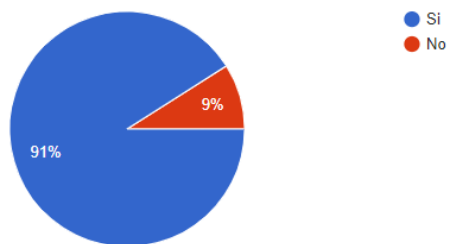
*Figura 17.* Gráfica cantidad de pisos de propiedad horizontal. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

Para la pregunta ¿conoce usted el estado de mantenimiento de los equipos hidroneumáticos del edificio?, se evidencia que el 68% de la población encuestada no tienen conocimientos del mantenimiento de estos equipos, por lo tanto, podría indicar que en estos sitios no se realiza un mantenimiento adecuado o periódico.



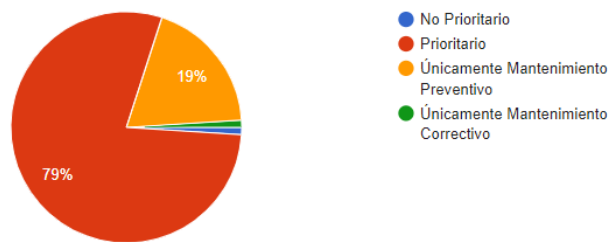
*Figura 18.* Gráfica conocimiento estado de mantenimiento equipos hidroneumáticos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

Para la pregunta ¿Le gustaría saber mediante reportes periódicos el estado de los equipos hidroneumáticos del edificio donde vive o trabaja?, se deduce que para generar satisfacción en nuestros clientes, es necesario enviar reportes periódicos del estado de estos equipos, ya que el 91% de los encuestado afirma interés en estos.



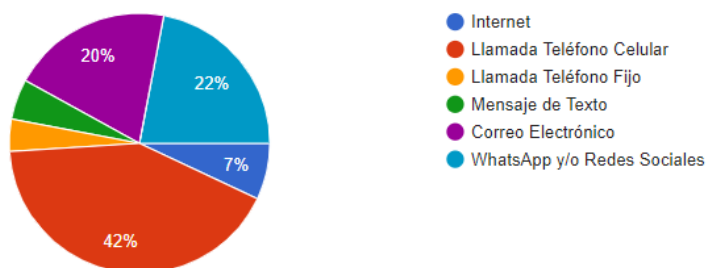
*Figura 19.* Gráfica pregunta le gustaría recibir reportes periódicos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

Para la pregunta ¿Para usted qué prioridad debería tener en una construcción de propiedad horizontal el mantenimiento, reparación y operación de los equipos hidroneumáticos que se usan en las instalaciones de la construcción?, un 79% dicen que es prioritario el mantenimiento, reparación y operación de los equipos hidroneumáticos que se usan.



*Figura 20.* Gráfica prioridad de mantenimiento equipos. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

Para la pregunta ¿Por qué medio de comunicación le gustaría notificar una emergencia de los equipos hidroneumáticos?, los resultados ayudan a decidir cuál de los medios de comunicación será el más efectivo para entablar la relación laboral con el cliente, puesto que los más votados fueron llamada a celular con un 42%, redes sociales con un 22% y correo electrónico con un 20%.



*Figura 21.* Gráfica medio de comunicación para recibir notificaciones de mantenimiento. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

## **5.3 ESTRATEGIAS COMERCIALES**

### **5.3.1 Estrategias de distribución**

Hidráulica Ingecol brindará el transporte de cualquier material o equipo suministrado a los clientes sin ningún costo y en el menor tiempo posible, tendremos gran variedad de materiales y equipos en stop para brindar una solución más efectiva en el menor tiempo posible.

### **5.3.2 Estrategias de precio.**

Nuestros precios se encuentran en un rango medio tomando como referencia los precios del mercado, brindando la mejor calidad y respaldo a nuestros clientes a un precio asequible, nuestra estrategia es llegar directamente a los diferentes proveedores directos y adquirir una relación comercial para aplicar a descuentos por compra de materiales y equipos, esto posiciona a la empresa en una mejor posición de competitividad ya que obtiene productos de calidad a un menor precio convencional de cliente mostrador.

### **5.3.3 Estrategia de Promoción.**

Ofrecemos descuentos especiales, por la adquisición del paquete completo de nuestros productos y servicios; así como poder brindar sin ningún costo adicional semestralmente el lavado y desinfección de los tanques de agua potable, siempre y cuando este cliente adquiera los productos y servicios de la compañía, al firmar un contrato de mantenimiento mensual por un tiempo determinado de un año, adicional a esto se ofrece el servicio de lavado y retiro de sólidos en cada uno de los pozos eyectores anualmente.

## **6 ASPECTO ORGANIZACIONAL**

### **6.1 HIDRÁULICA INGECOL SAS**

Somos una empresa colombiana conformada por un equipo interdisciplinario de profesionales dedicada al mantenimiento, reparación e instalación de sistemas de bombeo de agua potable en los sectores de la construcción.

Nuestros profesionales, son seleccionados y capacitados cuidadosamente, asegurando la información y asesoría correcta, para satisfacer las necesidades y requerimientos específicos de sus proyectos, contando con cobertura a nivel Bogotá y área metropolitana.

### **6.2 IDENTIDAD CORPORATIVA**

#### **6.2.1 Logotipo.**



*Figura 22.* Logotipo Hidraulica Ingecol. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

#### **6.2.2 Eslogan.**

“Reparación y mantenimiento al alcance de todos”.



### **6.3 MISIÓN**

Proporcionar a nuestros clientes de una manera eficiente y oportuna soluciones integrales en reparación, instalación, mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo en sistemas de bombeo de agua potable.

### **6.4 VISIÓN**

Ser una empresa líder en el diseño y prevención de fallas en los sistemas de bombeo de agua potable a nivel nacional, aplicando y ofreciendo en las instalaciones de nuestros clientes un sistema de seguridad para identificar oportunamente cualquier tipo de anomalías que se puedan presentar en los equipos, obteniendo un diagnóstico asertivo para su intervención.

### **6.5 OBJETIVOS ORGANIZACIONALES**

#### **6.5.1 Objetivo general.**

- Posicionar a Hidráulica Ingecol como la mejor alternativa en el sector hidroneumático y de esta manera generar su crecimiento, por medio de la prestación de servicios de calidad y eficiencia.

#### **6.5.2 Objetivos específicos.**

- Dar a conocer en el mercado soluciones eficientes y oportunas para el sector de la construcción y la industria.

- Generar reconocimiento de manera masiva gracias a los valores agregados de la compañía.
- Realizar mantenimientos de sistemas hidroneumáticos con herramientas, equipos y accesorios de calidad.
- Demostrar compromiso con el desarrollo sostenible y la responsabilidad social en las áreas de competencia.

## 6.6 VALORES

***Respeto:*** En hidráulica ingecol el respeto hacia nuestros clientes internos y externos es muy importante, por ende estamos dispuestos a escuchar, dialogar y entender los puntos de vista de los demás, con el fin de poder afianzar las relaciones interpersonales.

***Participación:*** Es muy importante la participación de nuestros clientes en la toma de decisiones de nuestra compañía, por lo cual nos consideramos una empresa democrática ofreciendo una igualdad de condiciones para todos.

***Honestidad:*** Realizamos todas nuestras actividades, y trabajos de manera transparente, haciendo que nuestros procesos vayan dirigidos siempre por el camino correcto.

## 6.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

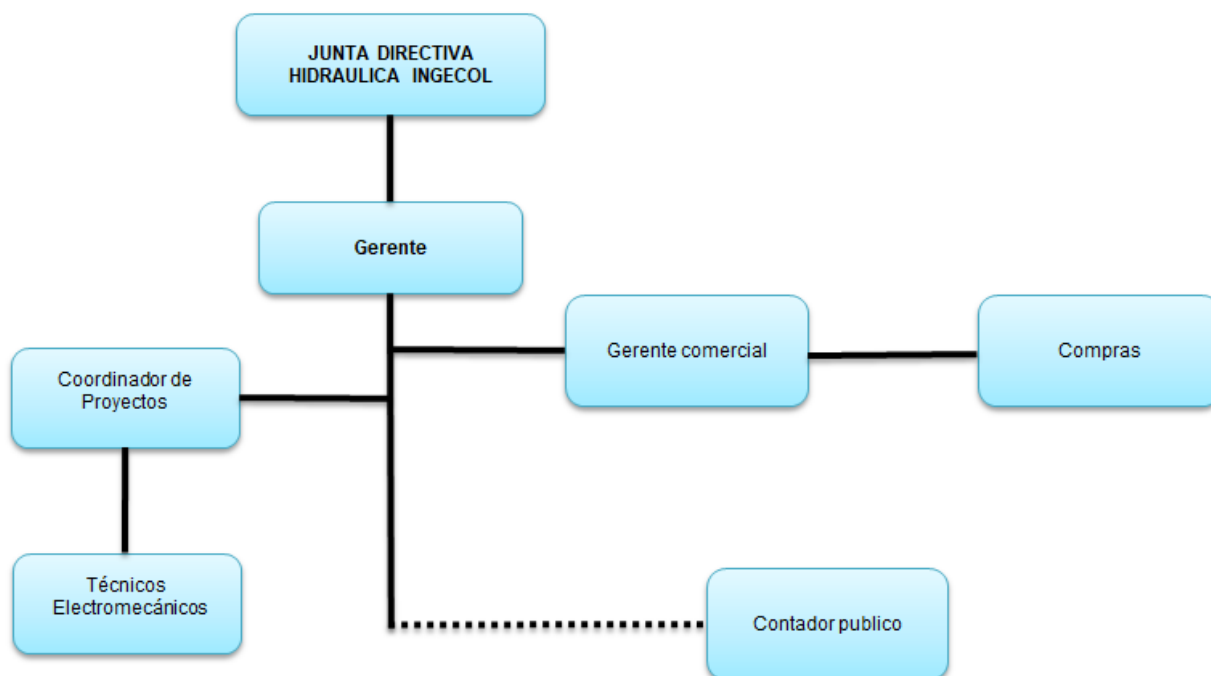


Figura 23. Organigrama Hidráulica Ingecol. ((Propiedad de los autores Ingecol S.A.S), 2018)

## 6.8 TARIFAS DE SERVICIOS

Ítem	Servicio	Precio (COP)
1	Visita técnica de emergencia (sin contrato de mantenimiento)	50.000
2	Visita diagnostica y cotización	50.000
3	Mantenimiento correctivo a bomba de 7.5 HP	450.000
4	Mantenimiento correctivo a bomba de 6 HP	380.000

5	Mantenimiento correctivo a bomba de 10 HP	530.000
6	Mantenimiento preventivo de tres bombas, sistema eyector y contraincendios	140.000
7	Mantenimiento mensual de 2 bombas, sistema eyector y contraincendios	90.000

*Tabla 1. Tarifas de servicios*

## 7 ESTUDIO FINANCIERO

Nuestro estudio financiero dará inicio con una inversión inicial de \$60.000.000 sesenta millones de pesos moneda Colombiana, de los cuales el 50% será el capital inicial asignado por los socios y el 50% restante será el valor financiado por entidades bancarias; realizando la proyección financiera a 5 años, incluyendo ingresos y egresos de la compañía, teniendo en cuenta únicamente uno de nuestros servicios de mantenimiento correctivo anual con un valor al cliente de \$ 5.116.864,44 Pesos Colombianos, obtenemos nuestro balance general, flujo efectivo, indicadores financieros (TIR y VPN), y flujo neto del proyecto; los cuales se darán a conocer mediante las siguientes tablas y gráficas.

NOMBRE DE LA EMPRESA:

HIDRAULICA INGECOL SAS

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN DEL AÑO1

VENTAS - INV. INICIAL + INV. FINAL

DESCRIPCIÓN	VENTAS	INV. INICIAL	INV. FINAL	PPTO DE PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBEO	60	0	0	60
<b>TOTAL</b>	60	0	0	60

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN DEL AÑO2

DESCRIPCIÓN	VENTAS	INV. INICIAL	INV. FINAL	PPTO DE PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBEO	66	0	0	66
<b>TOTAL</b>	66	0	0	66

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN DEL AÑO3

DESCRIPCIÓN	VENTAS	INV. INICIAL	INV. FINAL	PPTO DE PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBEO	74	0	0	74
<b>TOTAL</b>	74	0	0	74

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN DEL AÑO4

DESCRIPCIÓN	VENTAS	INV. INICIAL	INV. FINAL	PPTO DE PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBEO	85	0	0	85
<b>TOTAL</b>	85	0	0	85

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN DEL AÑO5

DESCRIPCIÓN	VENTAS	INV. INICIAL	INV. FINAL	PPTO DE PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBEO	102	0	0	102
<b>TOTAL</b>	102	0	0	102

Tabla 1. Valor de la proyección de producción o venta de servicios durante los primeros 5 años.

(Propiedad de los autores Ingecol S.A.S, 2018).

En la tabla 1 se estipulan el valor de producción anual o servicios efectivos a realizar durante cada año.

NOMBRE DE LA EMPRESA: **HIDRAULICA INGEVOL SAS**

**GASTOS PROPERATIVOS**

DESCRIPCIÓN AMORTIZACION	VALOR	AMORTIZACION ANUAL				
GASTOS PREOPERATIVOS	2.300.000	460.000				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL ANUAL	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000
Saldo Amortización	1.840.000	1.380.000	920.000	460.000	-	

Tabla 2. Gastos operativos, para calcular el balance general. (Propiedad de los autores Ingecol S.A.S, 2018)

NOMBRE DE LA EMPRESA: **HIDRAULICA INGEVOL SAS**

**DEPRECIACIÓN ACUMULADA**

**COMPUTADORES ( 3 AÑOS)**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DEPRECIACION ANUAL				
EQUIPOS DE COMPUTO	9.000.000,00	3.000.000,00				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00	-	-	-
DEP. ACUMULADA	-	6.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	9.000.000,00	

**EDIFICIOS ( 20 AÑOS)**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DEPRECIACION ANUAL				
EDIFICIO O PLANTA	-	-				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL	-	-	-	-	-	-
DEP. ACUMULADA	-	-	-	-	-	-

**VEHICULOS ( 5 AÑOS)**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DEPRECIACION ANUAL				
VEHICULOS	10.000.000,00	2.000.000,00				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL	2.000.000,00	2.000.000,00	2.000.000,00	2.000.000,00	2.000.000,00	
DEP. ACUMULADA	-	4.000.000,00	6.000.000,00	8.000.000,00	10.000.000,00	

**MAQUINARIA Y EQUIPO ( 10 AÑOS)**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DEPRECIACION ANUAL				
MAQUINARIA Y EQUIPO	4.600.000,00	460.000,00				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL	460.000,00	460.000,00	460.000,00	460.000,00	460.000,00	
DEP. ACUMULADA	-	920.000,00	1.380.000,00	1.840.000,00	2.300.000,00	

**MUEBLES Y ENSERES ( 5 AÑOS)**

DESCRIPCIÓN	VALOR	DEPRECIACION ANUAL				
MUEBLES Y ENSERES	2.160.000,00	432.000,00				
	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	
TOTAL	432.000,00	432.000,00	432.000,00	432.000,00	432.000,00	
DEP. ACUMULADA	-	864.000,00	1.296.000,00	1.728.000,00	2.160.000,00	

Tabla 3. Depreciación acumulada de equipos y bienes de la compañía, tenidos en cuenta para el cálculo del balance general.

NOMBRE DE LA EMPRESA:

HIDRAULICA INGEVOL SAS

1 a 5 años

ACTIVOS	INSTALACIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
<b>CORRIENTE</b>						
CAJA - BANCOS	6.000.000	9.238.367	20.317.851	39.041.784	67.895.044	111.640.127
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>6.000.000</b>	<b>9.238.367</b>	<b>20.317.851</b>	<b>39.041.784</b>	<b>67.895.044</b>	<b>111.640.127</b>
GASTOS PREOPERATIVOS	2.300.000	1.840.000	1.380.000	920.000	460.000	0
<b>ACTIVO FIJO</b>						
TERRENOS	0	0	0	0	0	0
COMPUTADORES	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000
- DEP ACUM. COMP.	0	3.000.000	6.000.000	9.000.000	9.000.000	9.000.000
EDIFICIOS	0	0	0	0	0	0
-DEP. ACUM. EDIF.	0	0	0	0	0	0
VEHICULOS	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000
- DEP ACUM. VEHIC.	0	2.000.000	4.000.000	6.000.000	8.000.000	10.000.000
MAQUINARIA Y EQUIPO	4.600.000	4.600.000	4.600.000	4.600.000	4.600.000	4.600.000
- DEP ACUM. M. Y EQ.	0	460.000	920.000	1.380.000	1.840.000	2.300.000
MUEBLES Y ENSERES	2.160.000	2.160.000	2.160.000	2.160.000	2.160.000	2.160.000
-DEP. ACUM. M. Y ENS.	0	432.000	864.000	1.296.000	1.728.000	2.160.000
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	<b>28.060.000</b>	<b>21.708.000</b>	<b>15.356.000</b>	<b>9.004.000</b>	<b>5.652.000</b>	<b>2.300.000</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>34.060.000</b>	<b>30.946.367</b>	<b>35.673.851</b>	<b>48.045.784</b>	<b>73.547.044</b>	<b>113.940.127</b>
<b>PASIVOS</b>						
<b>CORRIENTE</b>						
IMPUESTOS POR PAGAR	0	952.501	3.854.395	7.334.688	12.815.863	19.538.952
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>0</b>	<b>952.501</b>	<b>3.854.395</b>	<b>7.334.688</b>	<b>12.815.863</b>	<b>19.538.952</b>
<b>PASIVO LARGO PLAZO</b>						
OBLIG. FINANCIERAS	30.000.000	24.000.000	18.000.000	12.000.000	6.000.000	0
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>30.000.000</b>	<b>24.000.000</b>	<b>18.000.000</b>	<b>12.000.000</b>	<b>6.000.000</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>30.000.000</b>	<b>24.952.501</b>	<b>21.854.395</b>	<b>19.334.688</b>	<b>18.815.863</b>	<b>19.538.952</b>
<b>PATRIMONIO</b>						
CAPITAL	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000
UTILIDAD DEL PERIODO	0	1.933.866	7.825.590	14.891.640	26.020.085	39.669.994
UTILIDAD ACUMULADA	0	0	1.933.866	9.759.456	24.651.096	50.671.181
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>30.000.000</b>	<b>31.933.866</b>	<b>39.759.456</b>	<b>54.651.096</b>	<b>80.671.181</b>	<b>120.341.175</b>
<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>60.000.000</b>	<b>56.886.367</b>	<b>61.613.851</b>	<b>73.985.784</b>	<b>99.487.044</b>	<b>139.880.127</b>
Total de control	25.940.000	25.940.000	25.940.000	25.940.000	25.940.000	25.940.000

Tabla 4. Balance general de la compañía.

En la tabla 2, 3 y 4 se dan a conocer los diferentes valores de los activos y el patrimonio de la compañía, así como la depreciación de algunos de ellos a través de los años, con los cuales podemos obtener un balance general de la compañía.

NOMBRE DE LA EMPRESA: **HIDRAULICA INGECOL SAS**

FLUJO DE EFECTIVO

PERIODO: 1 a 5 años

DESCRIPCIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
<b>INGRESOS</b>					
SALDO INICIAL	6.000.000,00	9.238.366,67	20.317.851,13	39.041.784,44	67.895.043,78
VENTAS	307.011.866,67	330.064.047,47	358.012.521,98	393.384.759,84	443.068.035,60
	-	-	-	-	-
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>313.011.866,67</b>	<b>339.302.414,13</b>	<b>378.330.373,11</b>	<b>432.426.544,28</b>	<b>510.963.079,38</b>
<b>EGRESOS</b>					
COMPRA DE MATERIAS PRIMAS	57.000.000,00	62.700.000,00	70.224.000,00	80.757.600,00	96.909.120,00
MANO DE OBRA DIRECTA	76.608.000,00	81.127.872,00	85.995.544,32	91.155.276,98	97.080.369,98
COMBUSTIBLE	3.000.000,00	3.090.000,00	3.198.150,00	3.326.076,00	3.475.749,42
MANTENIMIENTO MOTOS	400.000,00	412.000,00	426.420,00	443.476,80	463.433,26
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
SUELDO DEL GERENTE	42.000.000,00	43.260.000,00	44.774.100,00	46.565.064,00	48.660.491,88
IMPREVISTOS	15.000.000,00	15.450.000,00	15.990.750,00	16.630.380,00	17.378.747,10
PAPELERIA	1.500.000,00	1.545.000,00	1.599.075,00	1.663.038,00	1.737.874,71
SERVICIOS PÚBLICOS	7.200.000,00	7.416.000,00	7.675.560,00	7.982.582,40	8.341.798,61
ASISTENTE ADMINISTRATIVA	18.000.000,00	18.540.000,00	19.188.900,00	19.956.456,00	20.854.496,52
SERVICIOS GENERALES	783.000,00	806.490,00	834.717,15	868.105,84	907.170,60
ARRIENDO	900.000,00	927.000,00	959.445,00	997.822,80	1.042.724,83
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
GERENTE COMERCIAL	36.480.000,00	37.574.400,00	38.889.504,00	40.445.084,16	42.265.112,95
COMPRAS Y CONTABLE	27.360.000,00	28.180.800,00	29.167.128,00	30.333.813,12	31.698.834,71
PUBLICIDAD	3.000.000,00	3.090.000,00	3.198.150,00	3.326.076,00	3.475.749,42
IMPREVISTOS	5.000.000,00	5.150.000,00	5.330.250,00	5.543.460,00	5.792.915,70
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
IMPUESTOS	-	952.501,00	3.854.395,20	7.334.688,41	12.815.862,76
AMORTIZACIÓN PRESTAMO	9.542.500,00	8.762.500,00	7.982.500,00	7.202.500,00	6.422.500,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>303.773.500,00</b>	<b>318.984.563,00</b>	<b>339.288.588,67</b>	<b>364.531.500,50</b>	<b>399.322.952,43</b>
<b>SALDO FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>9.238.366,67</b>	<b>20.317.851,13</b>	<b>39.041.784,44</b>	<b>67.895.043,78</b>	<b>111.640.126,95</b>

DATOS PARA EL CALCULO DE LA TIR Y EL VNA					
-60.000.000	9.238.366,67	20.317.851,13	39.041.784,44	67.895.043,78	111.640.126,95

Tabla 5. Flujo efectivo de la compañía a través de los 5 primeros años, de la cuál obtenemos datos para realizar los indicadores financieros.

En la tabla 5 podemos observar el flujo efectivo de la compañía donde se estipulan los diferentes salarios de las distintas dependencias de la compañía, así mismo se estipulan los ingresos y egresos de la compañía durante los primeros 5 años.



HIDRAULICA INGECOL SAS INDICADORES ECONOMICOS					
<b>1 TASA INTERNA DE RETORNO TIR</b> ES LA TASA QUE HACE QUE EL VALOR PRESENTE NETO SEA IGUAL A CERO, ES DECIR QUE REDUCE A CERO LOS INGRESOS Y LOS EGRESOS DEL PROYECTO, INCLUYENDOSE LA INVERSIÓN INICIAL QUE REALIZARON LOS SOCIOS EN EL PROYECTO. COMO LA TASA RESULTANTE ES SUPERIOR A LA DEL MERCADO QUIERE DECIR QUE NUESTRO PROYECTO ES MAS RENTABLE	INVERSIÓN		-60.000.000		
	AÑO1	9.238.367	AÑO4	67.895.044	
	AÑO2	20.317.851	AÑO5	111.640.127	
	AÑO3	39.041.784			
	COSTO DE OPORTUNIDAD =>		20%	TIR DEL PROYECTO	
				46%	
<b>2 VALOR PRESENTE NETO</b> PERMITE ESTABLECER LA EQUIVALENCIA ENTRE LOS INGRESOS Y EGRESOS DEL FLUJO DE EFECTIVO DE UN PROYECTO, LOS QUE SON COMPARADOS CON LA INVERSIÓN INICIAL DE LOS SOCIOS, A UNA TASA DETERMINADA. SE SUMAN LOS FLUJOS DE EFECTIVO DEL PROYECTO Y SE LE DESCUENTA LA INVERSIÓN INICIAL, SI ES POSITIVO EL RESULTADO (VPN) SE ACEPTA EL PROYECTO.	INVERSIÓN		-60.000.000		
	AÑO1	9.238.367	AÑO4	67.895.044	\$ 51.675.117
	AÑO2	20.317.851	AÑO5	111.640.127	
	AÑO3	39.041.784			
	COSTO DE OPORTUNIDAD =>		20%	VPN DEL PROYECTO	
			DIGITE SU TASA	\$ 62.010.141	

Tabla 6. Indicadores financieros (TIR y VPN).

En la tabla 6 podemos observar los indicadores financieros correspondientes a la tasa interna de retorno (TIR), que nos indica un 46% de viabilidad del proyecto durante los primeros 5 años del estudio financiero, y podemos observar el valor presente neto (VPN) el cual nos da un saldo positivo, lo que nos afirma nuevamente que el proyecto Ingecol S.A.S es viable.

NOMBRE DE LA EMPRESA: HIDRAULICA INGECOL SAS						
FLUJO NETO DEL PROYECTO INSTALACIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
-60.000.000,00	-50.761.633,33	-30.443.782,20	8.598.002,24	76.493.046,02	188.133.172,96	

Tabla 7. Flujo neto del proyecto año a año.



Gráfica 1. Representación gráfica de la tabla 7. Flujo neto del proyecto.

PERIODO EN EL CUAL SE HACE LA RECUPERACION DE LA INVERSIÓN						
<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN</b> INDICA EL PERIODO DE TIEMPO EN QUE SE RECUPERA LA INVERSIÓN.	INVERSIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	60.000.000,00	9.238.366,67	20.317.851,13	39.041.784,44	67.895.043,78	111.640.126,95
		9.238.366,67	29.556.217,80	68.598.002,24	136.493.046,02	248.133.172,96
		0	0	2.779774353	0	0,00
	PRI (años)	2,78				
<b>IMPORTANTE: SI EL PRI (años) ES IGUAL A CERO, INDICA QUE LA LA INVERSIÓN NO SE PUEDE RECUPERAR EN LOS PRIMEROS CINCO (5) AÑOS.</b>	AÑO	MESES	DÍAS			
	2	9	11			

Tabla 8. Periodo de tiempo para la recuperación de la inversión.

En las tablas 7 y 8, en conjunto con la gráfica 1 podemos observar el tiempo en el cuál la compañía empezaría a generar ingresos y al mismo tiempo el tiempo real proyectado para la recuperación de la inversión inicial del proyecto; donde podemos observar que la recuperación de la inversión se realiza antes de los 3 años de funcionamiento de la compañía.

## **8 ASPECTOS LEGALES**

### **8.1 Determinación de la forma jurídica**

La compañía Hidráulica Ingecol se constituirá legalmente como una Sociedad por Acciones Simplificada, de acuerdo con la Ley 1258 del 2008 la cual reglamenta este tipo de sociedades, lo anterior teniendo en cuenta que una “SAS” es una sociedad de capitales, cuya naturaleza será siempre comercial, por otro lado, este tipo de organizaciones, puede ser constituida por una o varias personas, ya sean naturales o jurídicas, que para el caso de Hidráulica Ingecol, estará compuesta por 3 personas naturales, las cuales, mediante documento privado autenticado realizarán el respectivo registro mercantil en la cámara de comercio correspondiente.

La compañía se constituirá bajo un término de duración “Indefinido” el cual quedará constatado en el documento privado.

En cuanto a la suscripción y pago del capital, se estimará en un plazo de mínimo un (1) año y un máximo que no excederá de los dos (2) años contemplados en la Ley.

Los socios pueden realizar sus aportes ya sea en dinero no en especie, lo anterior teniendo en cuenta que en la Ley 1258 no faculta alguna restricción en cuanto a los tipos de aportes que pueden hacer los socios, por lo tanto esto en caso de ser en especie deberán siempre estar estimados en un valor determinado.

Las funciones del máximo órgano social (asamblea de accionistas) quedaran estipuladas en los estatutos sociales, teniendo en cuenta lo consagrado en el artículo 420 del Código de Comercio.

Las ventajas más importantes que puede tener la compañía al constituirse como una SAS, es que los empresarios o socios pueden fijar reglas flexibles las cuales regirán el funcionamiento de la entidad, por otro lado, las SAS, como se mencionó anteriormente, pueden constituirse por medio de documento privado, lo que ahorrará para la compañía los trámites de escrituración que sí podrían tener el constituir otro tipo de sociedad, así como también el ahorro de los costos por reformas estatutarias ya que estos no serán necesarios debido a que este tipo de

sociedad puede fijar una duración indefinida. Por otro lado, ofrece la facilidad para los accionistas en cuanto a su responsabilidad ya que esta se limita a sus aportes.

## **8.2 OBLIGACIONES TRIBUTARIAS**

Las obligaciones tributarias que tendría la compañía son:

**Impuesto sobre las Ventas por pagar (IVA):** este impuesto deberá ser presentado de forma bimestral, teniendo en cuenta el inciso segundo del párrafo del artículo 600 del Estatuto Tributario.

**Impuesto sobre la Renta:** es el tributo que se debe pagar por la totalidad de los ingresos netos que recibió durante el año y que pueden producir un aumento en su patrimonio. Este se realizará de forma Anual.

**Impuesto de Industria y Comercio:** debe ser pagado por todas aquellas personas que tengan actividad industrial, comercial o de servicios, este deberá ser presentado de forma bimestral.

**Impuesto de Retención en la Fuente:** Este impuesto hace referencia al pago anticipado del impuesto sobre la renta, el cual debe ser retenido y pagado mensualmente a la dirección de impuesto y aduanas nacionales DIAN.

## 9 IMPACTO AMBIENTAL

Hidráulica Ingecol S.A.S tiene un compromiso y responsabilidad con el medio ambiente, que consiste en el cuidado de los recursos naturales del planeta y en especial el recurso hídrico debido a que es la fuente principal de trabajo de los equipos a intervenir.

Tenemos en nuestras oficinas lugares para la deposición de los diferentes desechos, con demarcaciones para el respectivo reciclaje de los mismos, así mismo contamos con entidades de apoyo que nos ayudan a la respectiva destinación final de los residuos de elementos y accesorios dañinos para el medio ambiente; tales como tarjetas de circuitos, bobinados defectuosos, accesorios eléctricos y electrónicos empleados en nuestro día a día.

Todo esto realizado por iniciativa de la compañía y también no hemos basado en las leyes ambientales que rigen actualmente el país, leyes que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia (MINAMBIENTE) considera necesarios para la operación de cualquier compañía dedicada al mantenimiento de edificaciones de la propiedad horizontal. Entre estas leyes es importante destacar:

- ❖ NTC 1500: Código colombiano de fontanería.
- ❖ Decreto Único Reglamentario Sector Ambiental 1076 26 de Mayo 2015.
- ❖ Resolución 1297 del 8 de julio de 2010: Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos depilas y/o acumuladores.
- ❖ Resolución 1512 del 5 de agosto de 2010: Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos.
- ❖ Resolución 1511 del 5 de agosto de 2010: Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas.

- ❖ Ley 1252 de 27 de noviembre de 2008: Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos.
- ❖ Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos.
- ❖ LEY 1672 del 19 de julio de 2013: Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- ❖ Política Nacional de RAEE del 2017

## CONCLUSIONES

Con esta investigación y estudios verificables cabe destacar la importancia del servicio de mantenimiento en todos sus aspectos, esto permite en un valor considerable en prolongar la vida útil de cualquier tipo de maquina o equipo, ya que con una supervisión periódica se pueden identificar las posibles fallas que traen una cadena de inconvenientes en este caso con los residentes propietarios, ya que cualquier tipo de falencia lleva a cortes de agua prolongados, baja presión en los puntos de abastecimiento, mala calidad y potabilidad del agua en cuanto a tanques de almacenamiento de agua, sanciones por parte de la secretaria de salud, derroche de agua que impacta el medio ambiente y la economía de la copropiedad, gastos de mantenimiento correctivo elevados, inundaciones en parqueaderos y zonas comunes, daño a terceros entre muchas de las consecuencias al no realizar mantenimiento preventivos periódicos no mayores a dos meses, cabe destacar que se requiere prioridad en absoluto mantener los sistemas de bombeo de agua potable en óptimas condiciones de servicio ya que maneja un líquido indispensable para el consumo humano, por ende la calidad del agua debe estar en el rango de potabilidad según el ph establecido por la secretaria de salud.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anonimo. (2012). Capítulo I Evolución del Mantenimiento., 51.
- Caers, J. F. J. M., & Zhao, X. J. (2013). Failure modes and failure analysis. *Solid State Lighting Reliability: Components to Systems*, 111–184. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3067-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3067-4_4)
- Fitch, E. C. (1992). The Proactive Approach. *Proactive Maintenance for Mechanical Systems*, 287–317. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-166-3.50013-5>
- Igba, J., Alemzadeh, K., Anyanwu-Ebo, I., Gibbons, P., & Friis, J. (2013). A systems a Reliability-Centred Maintenance (RCM) of wind turbines. *Procedia Computer Science*, 16, 814–823. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.085>
- Kiran, D. (2017). *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies*. *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00003-9>
- Kiran, D. R. (2017a). Kaizen and Continuous Improvement. *Total Quality Management*, 313–332. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00022-2>
- Kiran, D. R. (2017b). Lean Management. *Total Quality Management*, 363–372. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00025-8>
- Kiran, D. R. (2017c). Six Sigma. *Total Quality Management*, 347–361. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00024-6>
- Roa, A. (2011). Tipos de mantenimiento. Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/51528434/Filosofia-Del-Mantenimiento-Completo>
- Sainz, J. A., & Sebastián, M. A. (2013). Methodology for the maintenance centered on the reliability on facilities of low accessibility. *Procedia Engineering*, 63, 852–860. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.279>
- Tarvin, P. (2016). *Management of Machining*. (Dipl.-Ing. Volker Herzberg, Ed.) (1 Edition). Germany: Hanser Publications, Cincinnati; Hanser Publishers, Munich. Retrieved from [www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)



Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>(s.f.).

(s.f.). Bogota.

(Propiedad de los autores Ingecol S.A.S). (15 de 11 de 2018). Bomba centrígrua marca barnes. Bogotá, Colombia.

(Propiedad de los autores Ingecol S.A.S). (01 de Noviembre de 2018). Despiece de bomba centrífuga de 10 hp marca Barnes. Bogota, Colombia.

Barnes de Colombia. (s.f.). *Sistemas de presión HI-pres*. Obtenido de <http://www.barnes.com.co/>

colombia, b. d. (s.f.). *barnes de colombia*. Obtenido de barnes de colombia: <http://www.barnes.com.co/sistemas-de-presion-hi-pres/>

Ignacio Gomez IHM SAS. (s.f.). *Equipos de presión preensamblados*. Obtenido de Manual de usuario: [/www.igihm.com](http://www.igihm.com)

Ignacio Gomez IHM SAS. (s.f.). *www.igihm.com*. Obtenido de <http://www.igihm.com/>

S.A.C., B. -B. (s.f.). *bdiperu.net*. Obtenido de <http://bdiperu.net/rotores-electricos/>

Sanchez, F. (01 de Noviembre de 2018). Despiece de bomba centrífuga de 10 hp marca Barnes. Bogota, Colombia.

Sealco Sellado de fluidos. (s.f.). Obtenido de [http://cisealco.com/index.php/productos/sellos-mecanicos/sellos-monoresorte/sello-monoresorte-tipo-21-detalle#.W\\_hPD-gzbiU](http://cisealco.com/index.php/productos/sellos-mecanicos/sellos-monoresorte/sello-monoresorte-tipo-21-detalle#.W_hPD-gzbiU)

(s.f.). Bogota.

(Propiedad de los autores Ingecol S.A.S). (15 de 11 de 2018). Bomba centrígrua marca barnes. Bogotá, Colombia.

(Propiedad de los autores Ingecol S.A.S). (01 de Noviembre de 2018). Despiece de bomba centrifuga de 10 hp marca Barnes. Bogota, Colombia.

Barnes de Colombia. (s.f.). *Sistemas de presión HI-pressure*. Obtenido de <http://www.barnes.com.co/>

colombia, b. d. (s.f.). *barnes de colombia*. Obtenido de barnes de colombia: <http://www.barnes.com.co/sistemas-de-presion-hi-pressure/>

Ignacio Gomez IHM SAS. (s.f.). *Equipos de presión preensamblados*. Obtenido de Manual de usuario: [/www.igihm.com](http://www.igihm.com)

Ignacio Gomez IHM SAS. (s.f.). *www.igihm.com*. Obtenido de <http://www.igihm.com/>

S.A.C., B. -B. (s.f.). *bdiperu.net*. Obtenido de <http://bdiperu.net/rotores-electricos/>

Sanchez, F. (01 de Noviembre de 2018). Despiece de bomba centrifuga de 10 hp marca Barnes. Bogota, Colombia.

Sealco Sellado de fluidos. (s.f.). Obtenido de [http://cisealco.com/index.php/productos/sellos-mecanicos/sellos-monoresorte/sello-monoresorte-tipo-21-detalle#.W\\_hPD-gzbiU](http://cisealco.com/index.php/productos/sellos-mecanicos/sellos-monoresorte/sello-monoresorte-tipo-21-detalle#.W_hPD-gzbiU)

## **ANEXOS**